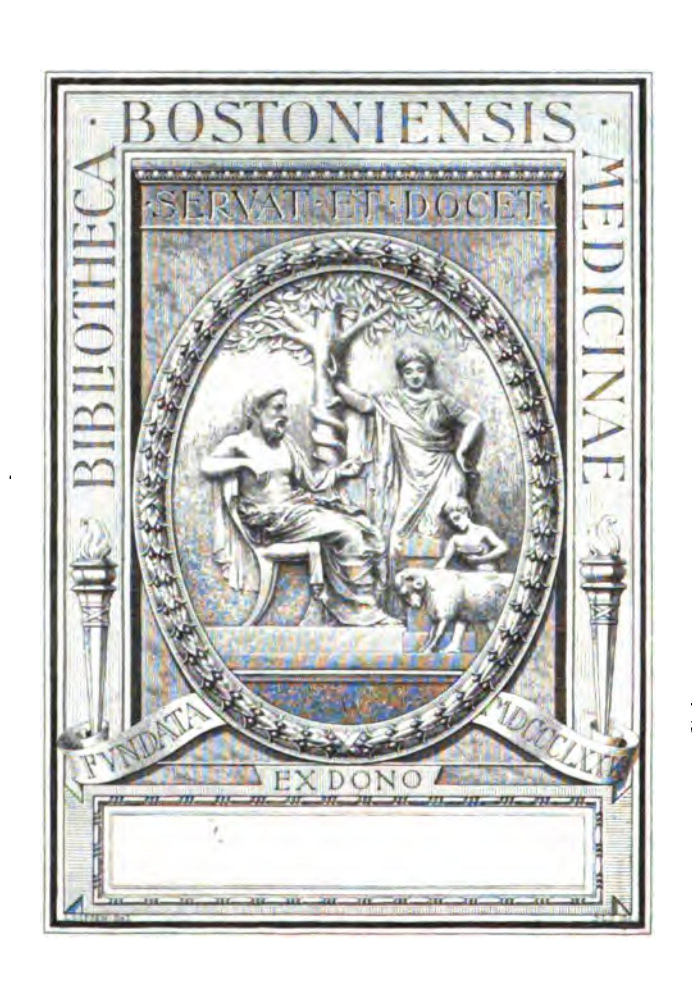

BIBLIOTHECA · BOSTONIENSIS · MEDICINAE
· SERVAT · ET · DOCET ·
FVNDATA
MDCCCLXX
EX DONO

VERHANDLUNGEN

DER

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE.

76. VERSAMMLUNG ZU BRESLAU.

18.—24. SEPTEMBER 1904.

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE DES VORSTANDES
UND DER GESCHÄFTSFÜHRER

VON

ALBERT WANGERIN.

ERSTER TEIL.

Die allgemeinen Sitzungen, die Gesamtsitzung beider Hauptgruppen und die gemeinschaftlichen Sitzungen der naturwissenschaftlichen und der medizinischen Hauptgruppe

(Mit 18 Abbildungen im Text.)



LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1905.

VERHANDLUNGEN

DER

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE.

76. VERSAMMLUNG ZU BRESLAU.

18.—24. SEPTEMBER 1904.

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE DES VORSTANDES
UND DER GESCHÄFTSFÜHRER

VON

ALBERT WANGERIN.

ERSTER TEIL.

Die allgemeinen Sitzungen, die Gesamtsitzung beider Hauptgruppen und die gemeinschaftlichen Sitzungen der naturwissenschaftlichen und der medizinischen Hauptgruppe.

(Mit 18 Abbildungen im Text.)



LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1905.

9801

INHALT.

Bericht über die allgemeinen Sitzungen.

Vorträge in den allgemeinen Sitzungen.

Bericht über die Gesamtsitzung der beiden wissenschaftlichen Hauptgruppen.

Bericht über die gemeinschaftliche Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe.

Bericht über die gemeinschaftliche Sitzung der medizinischen Hauptgruppe.

BERICHT

ÜBER DIE

ALLGEMEINEN SITZUNGEN.

76. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Breslau 1904.

I. Allgemeine Sitzung.

Montag, den 19. September, Vormittags $9^1/_2$ Uhr.

Die Sitzung, die im Breslauer Stadttheater stattfand, wurde von dem ersten Geschäftsführer, Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Wilh. Uhthoff, mit folgender Rede eröffnet:

Exzellenz! — Hochansehliche Versammlung! Wir stehen hier heute an der Schwelle der 76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte. Das erste Wort kann nur ein freudiger Willkommengruss sein an Sie alle, die Sie der Versammlung Ihre Gegenwart und Ihre Mitwirkung leihen, sei es nun, dass Sie aus unserer engeren Heimat kamen, oder aus den fernen Teilen unseres deutschen Vaterlandes. Besonders herzlichen Gruss noch unseren deutschen Stammesbrüdern aus dem mächtigen Nachbarreiche, sie sind uns keine fremden, wir fühlen uns Eins mit ihnen. Und Dank und Gruss auch den Vertretern fremder Nationen, die unsere Versammlung mit ihrer Anwesenheit beehren und dadurch wiederum den schönen Satz bewahrheiten, dass die Wissenschaft keine territorialen Grenzen kennt.

Dankbar wissen wir die Ehre zu würdigen, die uns Breslauern widerfahren ist durch die Wahl unserer Stadt für die diesjährigen Verhandlungen, und freudig schliessen wir mit Ihnen den Bund zu gemeinsamer wissenschaftlicher Arbeit, zu gegenseitigem Gedankenaustausch, zur Wahrung alter Freundschaft und zur Knüpfung neuer freundschaftlicher Beziehungen. Das bei der Gründung der Gesellschaft 1822 in Leipzig statuarisch festgelegte Endziel: Gelegenheit zu gegenseitiger persönlicher Bekanntschaft, Austausch wissenschaftlicher Ideen, Austragung wissenschaftlicher Differenzen durch Rede und Gegenrede, gegenseitige Anregung und Belehrung auf den Gebieten der Naturwissenschaften, ist im Laufe der Zeiten getreulich gewahrt worden und soll auch dieses Mal unsere Richtschnur bilden.

Es ist ja wahr, wie das auf der letzten Versammlung hier 1874 von HEIDENHAIN hervorgehoben wurde, dass wir Breslauer die Ehre, auf der wissenschaftlichen Wacht im Osten unseres deutschen Vaterlandes zu stehen und unserer grossen reich gesegneten Heimatprovinz Schlesien dienen zu dürfen, mit einer gewissen Isolierung zahlen müssen. Die grossen Heerstrassen, welche den Norden und den Süden Deutschlands und die Länder deutscher Sprache verbinden, ziehen meistens fern von unserer Stadt vorüber, und der Besuch wissenschaftlich Gleichgesinnter und auf gleichem Gebiet vorwärts Strebender wird uns seltener zuteil als anderen Städten. Aber ich glaube, wir können auch mit Stolz darauf verweisen, dass auf diesem Boden in gewissem Sinne ein eigenartiges originelles wissenschaftliches Leben in Theorie und Praxis erwachsen ist, welches geeignet war, die grossen Tagesfragen bedeutsam zu fördern. Ich muss Sie hier besonders auch auf unsere Altvordern verweisen, unter denen uns eine Reihe glänzender Namen in der Wissenschaft entgegentritt, und erinnern will ich ferner in dieser Hinsicht an die ruhmreichen Annalen unserer Universität, an die Gründung der Kaiserlich Leopoldinisch-Karolinischen Akademie, welche hier in Breslau erfolgte, und an die Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur, die soeben den Ehrentag ihres 100jährigen Bestehens begangen hat und die wohl geeignet ist, ein Bild zu liefern von dem rastlosen, vielseitigen und originellen wissenschaftlichem Streben, wie es seit langer Zeit in Schlesien gewaltet hat.

Zum 3. Mal tagt die Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in den Mauern Breslaus, vor 30 Jahren zum letzten Male, und 41 Jahre lagen zwischen der ersten und zweiten Versammlung. Wir können nur wünschen, dass der gute Stern der früheren Versammlungen auch über der diesjährigen walten möge. Die erste fällt noch in die Zeit (1833), wo das Reisen beschwerlicher war als heutzutage; und doch, welch einen glänzenden Verlauf hat dieselbe genommen. Eine Liste eigenhändiger Namenszüge der Teilnehmer weist manchen berühmten Vertreter der Wissenschaft auf. Vor allem war es ja ALEXANDER VON HUMBOLDT, der durch seinen allgemeinen Vortrag: „Über den Einfluss, den eine Richtung der modernen Literatur, die Landschaftsmalerei und der Anbau exotischer Gewächse auf die Belebung des Naturstudiums ausgeübt hat“, sowie durch weitere Vorträge in der mineralogisch-geognostischen Sektion in dieser Versammlung eine besondere Anziehungskraft übte. Neben ihm sind die Namen hochbedeutender Gelehrter, wie A. RETZIUS, v. FRORIEP, WILBRANDT, RITGEN, FITZINGER, PURKINJE, LITTROW, GOEPPERT u. a., als Teilnehmer zu verzeichnen, und in ehrenvoller Weise wurde in der Eröffnungsrede des ersten Geschäftsführers WENDT den Manen der Altvordern und geistig bedeutenden Männer Schlesiens und Breslaus ihr Recht. Sie sind alle längst dahin gegangen, aber die Saat, die sie gelegt, sie ist aufgegangen und hat reiche Frucht gezeitigt.

1874 erfolgte zum zweiten Mal der Zusammentritt der Versammlung hier in Breslau und ihr Verlauf konnte auch dieses Mal nur als ein überaus erfolgreicher bezeichnet werden. Manche der Älteren von uns sind noch Zeugen jener denkwürdigen Tage gewesen, in denen ein ausserordentlich reichhaltiges Programm erledigt wurde. Zum wissenschaftlichen Gelingen dieser Tage haben viele verdienstvolle Männer in hervorragender Weise beigetragen, ich kann sie nicht alle nennen, erinnere aber an die Namen Loewig, Virchow, von Richthofen, Ferd. Cohn, Hitzig, Dohrn, Waldeyer, R. Koch u. a. Der Schluss dieser Versammlung erhielt noch seine besondere Weihe durch die feierliche Begrüssung der zurückkehrenden kühnen Nordpolarfahrer Weyprecht und Payer nebst ihren Begleitern. Von den Leitern dieser Versammlung und deren Sektionen weilt nur noch die Minderzahl unter den Lebenden (wie Poleck, Galle, Meyer, Fischer, Richter, Freund), die meisten, wie Loewig, Spiegelberg, Schroeter, Roemer, Grube, Goeppert, Biermer, Wolff, Voltolini, Haeser, Neumann, Wendt, v. Richthofen, Cohnheim, Auerbach u. a., sind längst dahin gegangen. Ehre ihrem Andenken! Und wie die jüngsten Wunden am stärksten brennen, so stehen wir noch heute unter dem Banne der trauernden Erinnerung an die Breslauer Gelehrten, die wir zuletzt zu Grabe getragen, wie Rud. Heidenhain, Ferd. Cohn, Gust. Born, Rich. Foerster, Alfr. Kast u. a. Ja, noch in aller jüngster Zeit hat die Gesellschaft einen ihrer Besten verloren, Karl Weigert, der ein Sohn Schlesiens war, der hier seine erfolgreiche Tätigkeit begann und den es immer wieder in seine alte Heimat nach Breslau zurückzog, wenn auch sein späterer Wirkungskreis ein anderer geworden war. Er bekleidete 1874 noch das Amt eines Schriftführers der Sektion für patholog. Anatomie.

Und wiederum sind 30 Jahre vergangen seit jener Zeit der zweiten Versammlung und welch ein Wandel der Dinge in diesem Zeitraum auf naturwissenschaftlichem und medizinischem Gebiete! Wir sollen uns wohl hüten die Fortschritte der Wissenschaft für den Zeitraum, in dem wir selbst mit erleben und mit arbeiten durften, zu überschätzen, und wir sollen nie vergessen, dass die Vergangenheit immer die Quelle und die Lehrmeisterin der Zukunft bleibt und von je her gewesen ist. Nur wer die Geschichte seiner Wissenschaft übersieht, wird in der Lage sein, auf festem Fundamente weiter zu bauen und seinen Vorgängern Gerechtigkeit widerfahren lassen. Und so müssen wir schon zugestehen, dass die Leiter der früher hier abgehaltenen Versammlungen voll berechtigt waren, mit Stolz auf die gewaltigen Fortschritte in der Wissenschaft in den verflossenen Dezennien vor den Versammlungen hinzuweisen. Mit demselben Recht aber sind auch wir in dieser Stunde befugt, unter voller Anerkennung der Verdienste früherer Forscher rühmend den gewaltigen Fortschritt in den letzten 30 Jahren auf naturwissenschaftlichem und medizinischem Gebiet hervorzuheben. Ich brauche sie hier nicht einzeln zu nennen, die wissenschaftlichen Gross-

taten, wir alle sehen ihre segensreichen Folgen tagtäglich vor uns, und es erfüllt uns mit Stolz und freudiger Zuversicht, wenn wiederum eine Tat des menschlichen Geistes offenbar geworden, die dem staunenden Auge eine neue Welt erschliesst und einen Einblick gewährt in Probleme, deren Lösung uns noch vor kurzem schier unmöglich schien. Das gibt uns allen von neuem Mut und Kraft zu frischer Arbeit, und unter diesem Leitstern möge auch die diesjährige Versammlung ihren Verlauf nehmen.

Doch nun noch einige Worte über die bevorstehende Tagung und ihre Organisation. Auch dieses Mal ist wiederum nach Möglichkeit Sorge getragen, dass grosse allgemeine Tagesfragen vor einem gemeinsamen Forum erörtert werden, und dass auch Vorträge von allgemeiner Bedeutung, welche das Interesse mehrerer Sektionen beanspruchen können, vor diesem gemeinsam stattfinden. Man hat mit vollem Recht in den letzten Jahren darauf hingewiesen, dass mit allen Kräften einer allzu grossen Zersplitterung des gewaltigen wissenschaftlichen Stoffes einer solchen Versammlung durch gemeinsame Sitzungen entgegen gearbeitet werden müsse. Daher die Begründung einer naturwissenschaftlichen und medizinischen Hauptgruppe, gemeinsame Sitzungen derselben und Verhandlungen über alle interessierende Themata, daher die allgemein wichtigen Referate innerhalb dieser einzelnen Hauptgruppen. Wir dürfen in dieser Neuerung unserer Organisation mit Recht einen Fortschritt und eine Sammlung geistiger Leistungen erblicken. Und doch hiesse es, die tatsächlichen Verhältnisse verkennen, wollte man gegen die Aufstellung so zahlreicher Sektionen eifern. Der gewaltige Umfang des alljährlich sich häufenden wissenschaftlichen Materials lässt schon keine andere Möglichkeit zu; denn gerade die Spezialisierung der Wissenschaft ist es auch wieder, welche auf den einzelnen Gebieten grösstmöglichste Leistungen erzielen lässt. Die Gefahr liegt ja allerdings darin, dass der einzelne im Spezialgebiet den Boden der allgemeinen naturwissenschaftlichen und medizinischen Bildung unter den Füssen verliert, und gerade hier schützend und fördernd einzugreifen, das ist eine der vornehmsten Aufgaben unserer deutschen Naturforscherversammlungen.

Verweisen will ich noch zuletzt auf die mit der Versammlung verbundene naturwissenschaftliche und medizinische Ausstellung, welche, soweit es sich übersehen lässt, dank der Beteiligung vieler grosser Firmen, ganz Hervorragendes zu leisten verspricht. Diese Ausstellung trägt durchweg einen streng wissenschaftlichen Charakter und unterscheidet sich durchaus von einem Feilbieten von Waren im gewöhnlichen Sinne des Wortes; wir müssen es dankbar anerkennen, wie vielfach mit grossen Opfern die einzelnen Aussteller sich bemüht haben, auf ihrem Gebiete eine vollständige Übersicht zu geben. Dem Besucher steht in jeder Hinsicht reiche Belehrung hier in Aussicht.

Als neu darf ich erwähnen, dass in diesem Jahre auch zum ersten Mal eine Aussellung des Deutschen Vereins zur Bekämpfung der Kurpfuscherei vorgesehen worden ist. Der Arzt darf nicht länger mit verschränkten Armen den untätigen Zuschauer spielen, so sehr es ihm auch in seinem Innersten widerstreben mag, sich mit diesen Dingen persönlich zu befassen. Es ist einfach seine ärztliche Pflicht, durch ruhige objektive Darstellung dieser Verhältnisse, durch welche tausende und abertausende von Kranken schwer geschädigt werden, zur Aufklärung des Sachverhaltes beizutragen und Leben und Gesundheit seiner Mitmenschen zu schützen. Er wird dabei keinen Augenblick dessen uneingedenk sein, dass das beste und würdigste Mittel in diesem Kampfe die stetige Vervollkommnung seiner eigenen ärztlichen Ausbildung ist. Jahrein, jahraus muss er bestrebt sein, an seinem eigenen ärztlichen Können und dessen Vervollkommnung zu arbeiten. Mit Freuden begrüssen wir alle die neuesten Bestrebungen eines hohen Ministeriums, für die praktische und wissenschaftliche Vervollkommnung der Ärzte die grossen Krankenhäuser auch der Nicht-Universitätsstädte nutzbar zu machen. Die höheren Anforderungen an den Arzt und dessen grössere Leistungen werden auch das wirksamste Mittel bei der Bekämpfung des Kurpfuschertums sein. Aber ohne strengeres Eingreifen von seiten der Gesetzgebung wird es nicht möglich sein, die verderblichen Auswüchse des Heilwesens zu zerstören. Hüten wir uns selbst vor einem überhasteten Jagen und Streben nach neuen therapeutischen Erfolgen und halten wir den alten Satz: qui bene diagnoscit bene medebitur, in Ehren.

So möge denn die Tagung ihren Verlauf nehmen, möge es Ihnen gefallen in unserer altehrwürdigen Stadt; und wenn dem so sein wird, so danken wir das vor allem dem fördernden und gütigen Entgegenkommen der städtischen und staatlichen Behörden, den Vertretern der Universität, sowie dem wissenschaftlichen und aufopfernden Interesse unserer Mitbürger. Allen unseren tief empfundenen Dank!

Und nun, hochansehnliche Versammlung, bevor wir die Arbeit beginnen, unseren ersten Gruss mit dem Ausdruck ehrerbietiger Ergebenheit unserem Kaiser und König, dem mächtigen Schirmherrn Deutschlands in Krieg und Frieden, dem Herrscher, um den uns andere Nationen beneiden, der mit hoher Einsicht die Wissenschaft fördert, mit kraftvoller Hand ihre Resultate dem Staate nutzbar macht und der mit seltenem Scharfblick den Forderungen des modernen Lebens gerecht wird. Sr. Majestät, unser allergnädigster König und Kaiser Wilhelm II., er lebe hoch!

(Die Versammlung erhob sich und stimmte begeistert in diesen Ruf ein.)

Ich bitte Sie noch zum Schlusse um die Ermächtigung, im Auftrage der Versammlung folgendes Huldigungs-Telegramm an Sr. Majestät den Kaiser absenden zu dürfen:

„An Seine Majestät den Kaiser!

Cadinen.

Die in Breslau zur Eröffnungsfeier versammelten Teilnehmer der 76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte senden Ew. Kaiserlichen Majestät, dem kraftvollen Beschützer des Friedens und der Ehre des Vaterlandes, dem verständnisvollen Schirmherrn der Wissenschaft, ehrerbietige und begeisterte Huldigung.

Die Geschäftsführung:
Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Uhthoff,
Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Ladenburg."

(Die Versammlung stimmte lebhaft zu.)

Ich erkläre somit die 76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte für eröffnet. —

Hierauf ergriff Se. Exzellenz der Oberpräsident der Provinz Schlesien, Staatsminister Dr. Graf v. Zedlitz und Trützschler das Wort:

Hochansehnliche Versammlung! Sehr geehrte Damen und Herren!

Im Namen der Königlichen Staatsregierung und zugleich in meiner Eigenschaft als Kurator der Universität Breslau begrüsse ich die 76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in der Provinz Schlesien und in der altehrwürdigen Hauptstadt der östlichen deutschen Marken. Land und Leute in diesen Ostmarken tragen seit Jahrhunderten die schwere Rüstung zur Verteidigung und zur Bewahrung deutscher Kultur. Sie haben in diesen langen Zeiten allzeit treu zu deutschem Wesen gestanden und haben sich als Mehrer deutschen Geisteslebens erwiesen. Das hat Land und Leuten einen eigenartigen Stempel aufgedrückt; aber Sie, verehrte Damen und Herren, werden hoffentlich, wo Sie sich hier in den Ostmarken zu ernster wissenschaftlicher Arbeit aus allen Gauen Deutschlands vereint zusammengefunden haben, Sie werden hoffentlich unter uns erkennen, dass die Pflege dieser ersten staatsbürgerlichen und nationalen Pflicht nicht das Verständnis für Ihre Ziele und die freudige Bereitwilligkeit zur Mitarbeit an den grossen Aufgaben der Naturforschung und der medizinischen Wissenschaft in den Hintergrund hat treten lassen. Schlesien ist stolz darauf, dass es auf allen Forschungsgebieten jeder Art und zu allen Zeiten Männer gestellt hat, welche erfolgreich und bahnbrechend auf diesen Gebieten gewirkt haben, und mit Genugtuung, aber, wie ich glaube, ohne Überhebung dürfen wir darauf hinweisen, dass auch in der Gegenwart in den vordersten Reihen derer, welche der Wissenschaft bauend und forschend, krönend und siegend dienen und mit ihr der Menschheit dienen, Schlesier stehen. Wir Männer aus der Praxis und aus der Verwaltung, in deren Namen ich ja spreche,

wir wissen ganz genau, dass wir in unserer Berufsarbeit nur richtig tätig sein können auf dem Grunde gesicherter Ergebnisse wissenschaftlicher Erkenntnis. Je wechselvoller das wallende Leben an uns die Anforderungen stellt, desto schwieriger ist auch unsere Aufgabe, und desto mehr sind wir abhängig von dem, was Sie ergründen und erarbeiten, darum: Ihr Erfolg auch der unsrige! darum Ihr Sieg auch der unsere! darum Sie die Wegbereiter unserer Bahn!

Und so begrüsse ich Sie denn mit dem herzlichen Willkommensgrusse in unseren schlesischen Gauen, dass ihre Arbeit eine glückliche und erfolgreiche sein möge, und mit dem Ausdrucke der Hoffnung, dass Sie uns viele reiche Anregung bringen, dass Sie aber auch selbst Anregung von uns mitnehmen werden.

Namens der Universität begrüsste der Rektor, Geheimer Regierungs-Rat Professor Dr. Rosanes, die Versammlung:

Hochansehnliche Versammlung! Im Namen der Universität Breslau, die zu vertreten ich gegenwärtig die hohe Ehre habe, gestatte ich mir, Sie hier zu begrüssen und herzlich willkommen zu heissen. Nur für eine kurze Woche sind Sie hierher gekommen; aber wo immer diese älteste und umfassendste aller Wanderversammlungen erscheint, da bedeutet ihr Auftreten nicht bloss für die Nächstbeteiligten, sondern für weite Kreise der Gebildeten ein wahres Ereignis, das noch lange nachklingt; denn in der langen Skala der Wissenschaften, die durch Sie hier vertreten sind, wird fast Jeder wenigstens eine Stelle finden, die seinen geistigen Resonanzboden zum Mitschwingen bringt. In diesem Jahre aber tagt diese Versammlung in einer Stadt, die zugleich Sitz eines der wissenschaftlichen Zentren unserer Nation ist, und dies verleiht dem Kongresse ein ganz besonderes Gepräge. Ihnen allen, meine Herren, ist die Universität ein wohlvertrauter Boden. Unsere Auditorien, unsere Universitätsinstitute werden in Ihnen gesteigerte Empfindungen wachrufen, denn sie werden Sie erinnern an die goldnen Tage Ihrer eignen akademischen Jugend. Unsre Universität aber begeht diesen Tag fast wie ein eigenes Fest; in vielen unter Ihnen erkennt sie ihre eigenen Söhne oder die Söhne einer befreundeten Schwester wieder. Das altehrwürdige Stammhaus an der Oder und der stolze Kranz seiner Zweiginstitute öffnen Ihnen weit ihre Tore, und mehr als die Hälfte des Lehrkörpers wird an Ihrer Arbeit teilnehmen. Schon einmal, vor jetzt 30 Jahren, hatte ich die Freude, hier in dieser Stadt einer solchen Versammlung beizuwohnen, und manches längst verblasste Bild taucht heute lebendig wieder vor mir auf. Auch damals schon imponierte die Versammlung durch die Wucht ihrer äussern Erscheinung; mit ihren vielverzweigten Abteilungen bot sie schon damals ein bedeutendes Bild von der Mannigfaltigkeit der Wege, auf denen der Menschengeist unausgesetzt sich bemüht, den Geheimnissen der einen Natur näher zu kommen.

Aber seitdem sind die Naturwissenschaften und mit ihnen der Kongress sehr gewachsen und haben sich mächtig fortentwickelt; ja, vergleicht man die Zahl der Sektionen früher und jetzt, so könnte diese Vermehrung — wie schon der erste Herr Redner bemerkte — leicht die Meinung bestärken, als ob die Zersplitterung immer weiter fortschreite und den Zusammenhang der Wissenschaften nach und nach zu lösen drohe. Mir scheinen indess die Zeichen der Zeit nach einer andern Richtung zu weisen. Grade in neuerer Zeit tritt das Bestreben, einer Annäherung der verschiedenen Disziplinen deutlich hervor. Die alten grossen Methoden scheinen ihre Domäne erweitern zu wollen; die Physik ist immer tiefer in die biologischen Disziplinen eingedrungen, und die alte mathematische Grossmacht hat in den letzten Dezennien mit der physikalischen Chemie eine neue Provinz erobert. Indem der Kongress neben der Detailarbeit in den Sektionen immer Gewicht darauf legt, dass zusammenfassende Darstellungen grösserer Gebiete vorgeführt werden, bringt er den Gedanken zum Ausdruck, den ich kurz in die Worte zusammenfasse: Disciplina multiplex, natura una.

Weiter sprach der Vertreter der Stadt Breslau, Herr Bürgermeister Muehl:

Meine hochverehrten Damen und Herren! Im Namen der städtischen Behörden und der gesamten Bürgerschaft von Breslau begrüsse ich die Mitglieder der 76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, der ältesten und bedeutendsten Wanderversammlung, hier in unserer Stadt. Zweimal hat die Stadt Breslau bereits die Ehre gehabt, die Versammlung bei sich tagen zu sehen, und ihre Wiederkehr ist uns ein Beweis der Anerkennung dessen, was auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Medizin die Gelehrten Breslaus geleistet haben und noch leisten. Bei der Eröffnung der Versammlung im Jahre 1874 hat der damalige erste Geschäftsführer, Professor Loewig, bereits darauf hingewiesen, dass am Ende des 18. Jahrhunderts ein Mann hier in bescheidenen Verhältnissen gelebt hat als Beamter des hiesigen Ober-Bergamtes, der durch die Entdeckung der Unveränderlichkeit der Gewichtsmengen, in welchen die chemischen Stoffe sich mit einander verbinden, der Gründer der neueren, höheren wissenschaftlichen Chemie geworden ist, ich meine Jeremias Benjamin Richter, dessen Name vor dem Glanze seines gleichzeitigen französischen Zeitgenossen Lavoisier verblichen ist in der Öffentlichkeit und auch vielfach sonst, der fast verschollen ist; kein Konversationslexikon nennt ihn. Allgemein bekannt und hochverehrt sind aber unsere neueren Gelehrten, die grossen Botaniker Nees von Esenbeck und Göppert, der Paläontologe und Forscher der Bäume, dem unsere schöne städtische Promenade so viel verdankt; der grosse Pflanzenphysiologe Ferdinand Cohn und Robert Koch, der in Cohns Institut die Methode für das Studium der Mikroorganismen ausgearbeitet hat. Auch

Bunsen und Kirchhoff, die Entdecker der Spektralanalyse, haben wir zu den unseren zählen können, und unvergessen sind die grossen Mediziner, die hier gelebt und gewirkt haben: die Kliniker Frerichs und Middeldorpf, die Pathologen Waldeyer und Cohnheim und der grosse, uns leider viel zu früh entrissene Physiologe Heidenhain. Ihnen nebst vielen anderen hat Breslau es zu danken, dass sein Name in der wissenschaftlichen Welt weit über die Grenzen des deutschen Vaterlandes hinaus einen guten Klang hat. Die Statuten Ihrer Gesellschaft, hochverehrte Anwesende, bezeichnen als ihren Zweck die Förderung der Naturwissenschaften und der Medizin und die Pflege der persönlichen Beziehungen der deutschen Ärzte und Naturforscher unter einander. Gerade mit Bezug auf Ihre Versammlungen meinte Goethe im Jahre 1830, sie wären vortrefflich, denn man lernte sich da kennen, und es würden viele entgegengesetzte Anschauungen dabei ausgeglichen. Mögen die Tage, die Sie jetzt hier bei uns verbringen, in diesem Sinne auch zum Heile der Wissenschaft und damit des Allgemeinwohles dienen! Mit diesem Wunsche heisse ich Sie nochmals herzlich willkommen!

Es folgte die Begrüssungsansprache des Vorsitzenden der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, des Herrn Geheimen Regierungsrats Professor Dr. Förster:

Hoher Vorstand! Hochansehnliche Versammlung! Sie sehen uns hier als Vertreter der „Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur“ mit dem ehrenvollen Auftrage, Sie im Namen dieser Gesellschaft zu begrüssen. Nicht weniger als 6 Sektionen der Schles. Gesellschaft für vaterländische Kultur, die zur Zeit deren 14 umfasst, widmen sich der Pflege der wissenschaftlichen Fächer, die auf dieser Versammlung ihre Vertretung finden, und es sind die ältesten in der Gesellschaft gepflegten Fächer und diejenigen, die der Gesellschaft auch zuerst und zumeist Anerkennung gebracht haben. Besonders teuer ist der Gesellschaft die erste öffentliche Anerkennung, die ihr zuteil wurde von Goethe, sicher im Hinblick gerade auf ihre naturwissenschaftlichen Leistungen, als er am 29. Oktober 1825 sprach: „Mir ist kein gemeinnütziger Verein bekannt, wo mit solcher Ausdauer und mit solchem Erfolge so mannigfaltige Zwecke verfolgt werden, wie es wirklich in der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur stattfindet.“ Trocken mochte die Äusserung klingen, die, als Goethes Wort in der nächsten Versammlung der Gesellschaft bekannt wurde, der Generalsekretär der Gesellschaft, Geheimer Medizinalrat Professor Dr. Wendt, tat: „Der Mann mag recht haben“, aber er unterliess nicht hinzuzufügen: „Das mag uns aufmuntern, auf diesem Wege nur wo möglich noch eifriger fortzufahren.“ Daran schloss sich die Anerkennung, die der Gesellschaft ward, von keinem geringeren als von Alexander von Humboldt. Als die Gesellschaft Deutscher Naturforscher

und Ärzte im September 1833 zum ersten Mal in Breslau tagte, da erhob er sich und spendete unserer Gesellschaft Worte hoher Anerkennung und sprach für ihre Entwicklung warme Wünsche aus. Sie sind in schöne Erfüllung gegangen. Fürsten der Wissenschaft spendeten mit fürstlicher Freigebigkeit von den Schätzen ihres Geistes auch den Mitgliedern der Gesellschaft. Als die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zum zweiten Male in Breslau tagte, fand sie an der Spitze der Gesellschaft einen Heinrich Robert Göppert und um ihn einen Kranz von Männern, wie er nur selten einer wissenschaftlichen Gesellschaft zuteil wird, Heidenhain, Förster, Galle, Poleck, Ferdinand Cohn, Ferdinand Römer und viele andere! Wieder ist ein Menschenalter dahin gegangen, und zum dritten Male sind die deutschen Naturforscher und Ärzte zu uns gekommen; und die Schles. Gesellschaft für vaterländische Kultur ist erwachsen zu einem mächtigen Baume, dessen stärkste Äste auch heute die Naturwissenschaft und die Medizin sind. Es war der Gesellschaft vergönnt, im Dezember des vorigen Jahres ihr hundertjähriges Jubiläum zu feiern. Da war die Zeit gekommen, Rechenschaft abzulegen von dem, was sie in diesen 100 Jahren erstrebt und was sie erreicht hat. Und wie die Gesellschaft der zum zweiten Male in Breslau tagenden Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte einen Festgruss darbrachte, in dem der Flechtenforscher Körber ein Bild von der Entwicklung und dem Leben der Gesellschaft in der verflossenen Zeit gab, so überreicht heute die Gesellschaft der zum dritten Mal in der Stadt tagenden Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte die von mehreren ihren Mitgliedern verfasste und vor wenigen Wochen vollendete Geschichte der Gesellschaft und ihrer einzelnen Sektionen. Sie enthält ein gut Stück schlesischer Naturforschung und schlesischer Medizin. Die Gesellschaft erwartet aber auch für sich und ihre Mitglieder von Ihrer Tagung reichste Anregung. Indem sie derselben befriedigendsten Verlauf wünscht, heisst auch sie Sie herzlich willkommen mit ihrem Wahlspruche: Naturae et patriae!

Zur Erwiderung der Begrüssungsreden erhob sich nunmehr der erste Vorsitzende der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, Herr Hofrat Professor Dr. H. Chiari-Prag:

Meine hochverehrten Damen und Herren! Wenn nach den eben gehörten Eröffnungs- und Begrüssungsansprachen nunmehr ich das Wort ergreife, so geschieht es zunächst, um als derzeitiger erster Vorsitzender der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte den besten Dank zu sagen für die warmen und freundlichen Worte der Begrüssung, welche unserer Gesellschaft zuteil geworden sind.

Ich danke vor allem Seiner Exzellenz, dem Herrn Oberpräsidenten der Provinz Schlesien, welcher bereits durch seinen Beitritt zum

Hauptausschuss der diesjährigen Versammlung das Interesse und das Wohlwollen einer hohen Regierung für die Gesellschaft bekundet und in vielfacher Hinsicht die lokale Geschäftsführung in ihrer schwierigen Aufgabe unterstützt hat.

Ich danke weiter Seiner Magnifizenz, dem Herrn Rektor als dem Repräsentanten der altberühmten Universität Breslau. Wir wissen sehr wohl, was wir der Mitwirkung der Universität Breslau bei dieser Versammlung zu verdanken haben. Für die einzelnen Abteilungen haben sich die betreffenden Universitätslehrer zur Verfügung gestellt, und können fast alle Abteilungen mit den modernsten Behelfen ausgestattete Universitätsräume für ihre Sitzungen benützen.

Ich danke ferner dem Herrn Bürgermeister von Breslau. Breslau hat unsere Gesellschaft grossartig empfangen und hat jeder Teilnehmer dieser Versammlung sofort den Eindruck bekommen, hier in einem hervorragenden Zentrum deutscher Kultur und echten deutschen Bürgersinnes zu sein.

Ich danke endlich auch den Herren Vertretern der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur.

So können wir denn frohen Mutes an unsere Tätigkeit gehen, durch welche wir erweisen sollen, dass die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, wenn sie auch voriges Jahr ihr dreiviertelhundertjähriges Jubiläum gefeiert hat, doch ein kräftiger Organismus ist, der es voraussichtlich noch zu einer Zentenarfeier und weiteren Jubiläen bringen wird.

Öfters schon wurde unserer Gesellschaft im Hinblick auf die zahlreichen Spezialkongresse die Existenzberechtigung abgesprochen. Es geschah das, wie ich glaube, nicht mit Recht. Nach meiner Meinung ergänzen sich vielmehr die Versammlungen unserer Gesellschaft und die Spezialkongresse gegenseitig in der besten Art. Bei der in der erfreulichsten Weise stetig zunehmenden Fülle geistiger Produktion auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Medizin seitens der deutschen Forscher ist es schon seit längerer Zeit nicht mehr möglich gewesen, alle die betreffenden Arbeiten, wie es früher leicht geschehen konnte, in den Abteilungen unserer Versammlungen zur Kenntnis und Verhandlung zu bringen, es mussten naturgemäss die Spezialkongresse entstehen, um das grosse Material der einzelnen Fächer im Kreise der engeren Fachgenossen aufzuarbeiten. Die Versammlungen unserer Gesellschaft haben hingegen den Zweck, die Vertreter der verschiedensten naturwissenschaftlichen und medizinischen Disziplinen in persönlichen Kontakt zu bringen und einen unmittelbaren Gedankenaustausch unter ihnen, einerseits durch allgemeinere Vorträge, andererseits an der Hand einer beschränkteren Zahl wissenschaftlicher Arbeiten der einzelnen Fächer zu ermöglichen, und hat in der Tat jeder, der öfters die Versammlungen unserer Gesellschaft mitgemacht hat, den

grossen Vorteil einer solchen gegenseitigen Anregung vollauf zu empfinden vermocht.

Von diesem Standpunkte aus halte ich unsere Gesellschaft für sehr wichtig und freue ich mich darüber, dass sich ihre neue feste Organisation so gut bewährt. Die neu eintretenden Funktionäre sind jetzt viel schneller orientiert als früher, und kann die Leitung der Gesellschaft wirklich in dem Sinne jener Männer weitergeführt werden, welche sie zu dem machten, was sie jetzt ist.

Diese Gedankenfolge leitet mich naturgemäss auf die Erinnerung an einen vor kurzem verstorbenen Mann, dessen Wirken in der Gesellschaft von der grössten Bedeutung war und dem die Gesellschaft in der genannten Hinsicht unendlich viel verdankt. Es ist das Wilhelm His, Professor der Anatomie in Leipzig, der daselbst am 1. Mai dieses Jahres im 73. Lebensjahre verstarb. In seinem Fache eine anerkannte Autorität, einer der Begründer der modernen, auf Entwicklungsgeschichte basierenden Anatomie, hatte er stets das grösste Interesse für unsere Gesellschaft, in der er auch das Amt eines ersten Vorsitzenden bekleidete, an den Tag gelegt und im Vereine mit Virchow und Wislicenus die Neugestaltung der Gesellschaft durchgeführt. Nach langen und mühevollen Vorarbeiten war es ihm gelungen, die Umwandlung der Gesellschaft aus einer Wanderversammlung in eine feste Organisation auf der Versammlung in Halle im Jahre 1891 durchzusetzen. Sein Name wird stets mit der Geschichte unserer Gesellschaft auf das innigste verbunden sein. Sicherlich ebenfalls von grosser Bedeutung für unsere Gesellschaft wäre geworden der erste stellvertretende Vorsitzende dieses Jahres, Friedrich von Hefner-Alteneck, den am 7. Jänner d. J. ganz unerwartet im 59. Lebensjahre der Tod ereilte. Ein hervorragender, wissenschaftlicher und praktischer Elektrotechniker, war er voll Begeisterung für die Ziele unserer Gesellschaft, förderte auf das eifrigste die so notwendige Verbindung zwischen Theorie und Praxis und verstand es namentlich auch, das Interesse der technischen Kreise für unsere Gesellschaft in hohem Grade anzuregen.

Aber auch sonst hat der unerbittliche Tod in diesem Jahre bereits mehrfache Ernte unter unseren Mitgliedern gehalten. Ich erwähne hier von der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe Karl Dieterich, Gründer und langjähriger Leiter der Fabrik chemischer und pharmazeutischer Produkte in Helfenberg bei Dresden, und Eugen Lucius, Mitbegründer und Leiter der Farbwerke von Meister, Lucius und Brüning in Frankfurt a. M., und von der medizinischen Hauptgruppe Albert Landerer, Professor der Chirurgie und Direktor des neuen Krankenhauses in Schöneberg bei Berlin, Franz Riegel, Professor der internen Medizin in Giessen, Karl Weigert, Professor der pathologischen Anatomie am Senckenberg'schen Institute in Frankfurt a. M.,

und FRIEDRICH ZAHN, Professor der pathologischen Anatomie in Genf. Alle diese Männer hatten ihre grossen Verdienste um die Wissenschaft, und gar manches wäre noch von ihnen zu erwarten gewesen. Allen diesen Männern wird die Gesellschaft ein dankbares Andenken bewahren. In uns aber sei lebendig das Gefühl der Pflicht, ihnen nachzueifern, gleich ihnen wissenschaftlich zu arbeiten und gleich ihnen das Interesse unserer Gesellschaft wahrzunehmen, dann wird die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte gedeihen in steter Verjüngung zum Besten der Wissenschaft, zum Besten der Menschheit.

Hierauf wurden die angekündigten wissenschaftlichen Vorträge gehalten, und zwar sprach zuerst der Geh. Medizinalrat Prof. Dr. W. ROUX-Halle a. S. über das Thema „Die Entwicklungsmechanik, ein neuer Zweig der biologischen Wissenschaft“ (s. S. 23), sodann nach einer Pause Herr Dr. med. H. GAZERT-Berlin, Arzt der deutschen Südpolarexpedition, über „Die deutsche Südpolarexpedition, ihre Aufgaben, Arbeiten und Erfolge“ (s. S. 40).

(Schluss der Sitzung 1¼ Uhr.)

II. Allgemeine Sitzung.

Freitag, den 23. September, Vormittags 10 Uhr.

Der zweite Geschäftsführer, Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. LADENBURG-Breslau eröffnete die Versammlung, die im grossen Saale des Breslauer Konzerthauses abgehalten wurde, mit der Verlesung der Antwort auf das an Se. Majestät den Kaiser in der ersten allgemeinen Sitzung abgesandte Huldigungstelegramm. Die Antwort lautet:

> Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. UHTHOFF zu Breslau. Se. Majestät der Kaiser und König haben sich über den treuen Gruss der 76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte gefreut und lassen Ew. Hochwohlgeboren ersuchen, der Versammlung Allerhöchst ihren herzlichen Dank zu übermitteln. Auf Allerhöchsten Befehl der Geh. Kabinettsrat v. LUCANUS.

Ferner teilte Herr LADENBURG mit, dass Herr Oberbürgermeister Dr. BENDER den ihm übersandten Gruss der Versammlung durch folgende an den ersten Geschäftsführer gerichtete telegraphische Antwort erwidert hat:

„Ihren freundlichen Gruss herzlichst erwidernd, wünsche ich Ihnen und der Jahresversammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte glücklichsten Erfolg und frohe Tage in Breslau. Dr. BENDER.“

Sodann wurden folgende Vorträge gehalten: Herr Prof. Dr. EUGEN MEYER-Charlottenburg sprach über „Die Bedeutung der Verbrennungs-

kraftmaschinen für die Erzeugung motorischer Kraft" (s. S. 54), Herr Prof. Dr. G. Haberlandt-Graz über „Die Sinnesorgane der Pflanzen" (s. S. 72), Herr Prof. Dr. L. Rhumbler-Göttingen über „Zellenmechanik und Zellenleben" (s. S. 88).

Nach Beendigung der Vorträge richtete der erste Vorsitzende der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Herr Hofrat Professor Dr. H. Chiari-Prag folgende Dankes- und Abschiedsworte an die Versammlung:

Meine hochverehrten Damen und Herren! Wenn ich einen Rückblick auf den Verlauf und die Resultate der diesjährigen Tagung unserer Gesellschaft werfe, so erfüllt mich das Gefühl vollster Befriedigung.

Durch die allgemeinen Vorträge haben wir alle Kenntnis erhalten von gewaltigen Fortschritten deutscher Wissenschaft. Die Vorträge der Herren Roux und Rhumbler haben uns gezeigt, wie es gelungen ist, die Mechanik der Entwicklung und des Zellenlebens zu erkennen und so, ich möchte sagen, das Rätsel des Lebens weiter einzuengen, der Vortrag des Herrn Meyer hat uns über die gewaltigen Fortschritte der Technik auf dem Gebiete der Krafterzeugung belehrt, der Vortrag des Herrn Haberlandt hat uns in eines der interessantesten Kapitel der Pflanzenphysiologie eingeführt und wieder einmal dargetan, dass der Unterschied zwischen Tier und Pflanze nicht so essentiell ist, wie man früher gedacht hat, und der Vortrag des Herrn Gazert hat bewiesen, wie ungemein wertvoll die wissenschaftlichen Resultate gerade der deutschen Südpolarexpedition sich gestaltet haben; es hat diese Expedition durch ihre exakten Beobachtungen wahrlich ganz im Sinne jenes Mannes gearbeitet, dessen stolzen Namen ihr Schiff trug.

Auch die Vorträge in den beiden wissenschaftlichen Hauptgruppen waren von höchstem Interesse. Es war gewiss ganz am Platze, bei der Tagung unserer Gesellschaft an hervorragender Stelle auch die Pädagogik zu Wort kommen zu lassen und die so wichtige Frage des naturwissenschaftlich-mathematischen Unterrichts an den Mittelschulen zu erörtern, da denn doch zweifellos die Lehrerfolge an den Universitäten und technischen Hochschulen auf das innigste mit der Vorbildung der Hörer zusammenhängen. Möge aus den Verhandlungen dieser „Schulsitzung" recht viel Erfreuliches resultieren. Sehr glücklich waren auch gewählt die Vorträge über die farblosen Blutzellen in der medizinischen und über die Eiszeit in der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe, betrafen sie doch sehr aktuelle Themata von hoher Bedeutung.

Die Vorträge in den einzelnen Abteilungen endlich haben wieder die rastlose Tätigkeit der deutschen Forschung auf jedem Spezialgebiet der Naturwissenschaften und der Medizin dargetan.

So hat gewiss jeder Teilnehmer dieser Versammlung weitgehende wissenschaftliche Anregung empfangen und wird der hier ausgestreute Samen sicher mannigfaltige Früchte tragen. Aber auch der persönliche Verkehr der Teilnehmer dieser Versammlung war ein sehr reger, und wieder zeigte sich, dass die Naturforscher und die Ärzte eigentlich alle Glieder einer Familie sind, welche, wenn auch ihre Forschungsgebiete scheinbar noch so verschieden sind, doch alle durch die Methodik der naturwissenschaftlichen Forschung auf das innigste verbunden sind.

Und nun, meine hochverehrten Damen und Herren, habe ich noch eine Pflicht der Dankbarkeit zu erfüllen. Ich habe Dank zu sagen allen jenen, welche Vorträge gebracht haben und sich überhaupt an der wissenschaftlichen Arbeit beteiligt haben, ich habe zu danken der lokalen Geschäftsführung und allen lokalen Ausschüssen, durch deren mühevolle Tätigkeit die 76. Versammlung unserer Gesellschaft so vorbereitet wurde, dass sie sich fruchtbringend gestaltete, ich habe nicht minder zu danken einer hohen Regierung und der Universität Breslau für die wohlwollende Unterstützung, ich habe zu danken der Leitung der Stadt Breslau, welche unserer Gesellschaft eine grossartige Aufnahme bereitete und prachtvolle Feste veranstaltete, ich habe endlich ganz besonders zu danken der Bevölkerung von Breslau, welche es verstand, allen Teilnehmern der Versammlung die in Breslau verlebten Tage unvergesslich zu machen.

Möge es recht vielen von uns beschieden sein, das nächste Jahr, bei der 77. Versammlung im fernen Süden, wo aber auch die deutsche Zunge klingt, ein fröhliches Wiedersehen zu feiern!

Zum Schluss ergriff der zweite Geschäftsführer, Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Ladenburg-Breslau das Wort:

Hochgeehrte Damen und Herren! Nachdem jetzt die letzte Rede verhallt und die Sektionen geschlossen sind, kommen wir zum Schluss der wissenschaftlichen Verhandlungen, und da liegt die Frage nahe: Hat nun die heurige Tagung ihre Aufgabe erfüllt, hat sie, ihren Vorgängerinnen folgend, durch persönlichen Gedankenaustausch die Gegensätze der Ansichten gemildert, durch die öffentlichen Vorträge das Interesse an den grossen Naturwissenschaft und Medizin bewegenden Fragen geweckt und befruchtet, durch die Verhandlungen und Diskussionen in den Abteilungen die Wissenschaft gefördert? Ich glaube Ihre Zustimmung zu finden, wenn ich alle diese Fragen bejahe und wenn ich meiner Überzeugung dahin Ausdruck gebe, dass auch dieser Kongress einen Fortschritt bedeutet — einen Fortschritt auf dem Wege der Erkenntnis.

Gross und mächtig ist der Strom menschlichen Wissens, vielen Bächen und Flüssen verdankt er seine Bedeutung. Auch die Resultate

unseres Strebens und die Früchte unserer Arbeit tragen dazu bei, den Strom zu schwellen. Durch die Erfolge der letzten Jahrhunderte ist es der Naturwissenschaft gelungen, sich einen Platz neben ihren Schwestern, den sog. Geisteswissenschaften, zu erobern. Ich glaube aber nicht, dass dieser Platz der richtige ist. Wir haben gestern von berufenster Seite gehört, wie auf der Schule die Naturwissenschaften in den Hintergrund geschoben werden. Auf der Universität steckt man sie mit Philologie, Philosophie und Geschichte in eine Fakultät, so dass sie immer in der Minderheit sind und bleiben werden, im Leben gilt der als unwissend, der grammatikalische Fehler macht oder wichtige Jahreszahlen nicht im Kopfe hat, wer aber nicht weiss, wodurch der Wechsel der Jahreszeiten bedingt ist oder die physiologische Bedeutung der Atmung nicht kennt, gilt deshalb nicht als ungebildet, und wagt ein Naturforscher seine Stimme zu erheben, um über allgemeine Fragen ein Urteil abzugeben, so bestreitet man ihm das Recht dazu. Liegt darin nicht eine unbegründete Zurücksetzung und ein Verkennen der Bedeutung naturwissenschaftlicher Forschung? Ich glaube, dass das Studium der Natur in ganz anderer Art den menschlichen Verstand zu bilden vermag wie jede andere Wissenschaft. Diese letzteren lehren uns, was die Menschen vor uns dachten und taten, was sie für Recht halten, wie sie im Kampf ums Dasein sich verhalten müssen, wie Gedanken in Worte zu kleiden sind, um von anderen verstanden zu werden, kurz sie lehren uns, was den Menschen bewegt hat und heute noch bewegt. Zweifellos sind das Dinge von grösster Wichtigkeit, und man kann sich keine Kultur denken ohne diese Wissenschaften. Immerhin lehren sie uns aber nur, was Menschen gedacht, gewollt, getan und empfunden haben, und jede Nation kann sich diesen Dingen gegenüber anders verhalten, jeder Mensch kann sie anders beurteilen oder andere Schlüsse daraus ziehen. Wie anders stehen wir der Natur gegenüber! Ihre Gesetze sind unwandelbar und, wenn wir von Irrtümern absehen, von menschlicher Auffassung ganz unabhängig. Daher gibt es auch nur eine Naturwissenschaft, die allen Kulturvölkern gemeinschaftlich ist. Hier spielt nicht, wie in anderen Wissenschaften, das subjektive Element eine wichtige Rolle — im Gegenteil, es muss möglichst zurücktreten und verschwindet schliesslich, wenn die Erscheinung in allen ihren Teilen aufgeklärt ist. Hier ist nicht unsere Vernunft der Richter, sondern sie ist der Knecht und muss sich unterordnen. Hier haben wir den kategorischen Imperativ, und eine Weiterentwicklung unseres Verstandes ist möglich an der Hand der objektiven Tatsachen, welche die Naturforschung zutage fördert.

Diese Auffassung zur allgemeinen Geltung zu bringen, den Naturwissenschaften zu ihrer wahren Stellung zu verhelfen, dazu scheinen mir diese Jahresversammlungen unserer Gesellschaft besonders geeignet, und ich sehe darin eine ihrer wichtigsten kulturellen Aufgaben.

Indem ich hoffe, dass diese Anschauung hier Anklang findet, und dass Sie, meine hochverehrten Herren Kollegen, mit mir in diesem Sinne wirken wollen, schliesse ich die 76. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte.

(Lebhafter Beifall.)

(Schluss der Sitzung 1 1/2 Uhr.)

Geschäftssitzung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte.

Donnerstag, den 22. September, Morgens 8 1/2 Uhr.

Vorsitzender: Herr Hofrat Prof. Dr. H. Chiari-Prag, erster Vorsitzender der Gesellschaft.

Die Sitzung fand im Kammermusiksaale des Breslauer Konzerthauses statt.

Es wurden folgende Beschlüsse gefasst:

1. Als Versammlungsort für das Jahr 1905 wurde Meran, zu Geschäftsführern wurden die Herren Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Sadebeck in Meran und Sanitätsrat Dr. Huber, Kurvorstand von Meran, gewählt.

2. Vorstandswahlen. Zum ersten stellvertretenden Vorsitzenden wurde Herr Prof. Dr. Chun-Leipzig, zum zweiten stellvertretenden Vorsitzenden Herr Prof. Dr. B. Naunyn-Strassburg i. E., zum Mitgliede des Vorstandes Herr Geh. Medizinalrat Prof. Dr. J. v. Mikulicz-Radecki-Breslau gewählt.

Das Amt des ersten Vorsitzenden geht am 1. Januar 1905 auf Herrn Geheimrat Prof. Dr. F. v. Winckel-München über.

3. Die Wahlen in den wissenschaftlichen Ausschuss ergaben folgendes Resultat:

a) Mitglieder der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe werden die Herren: Prof. Dr. A. Gutzmer-Jena, Prof. Dr. H. Thieme-Posen, Prof. Dr. P. Drude-Giessen, Prof. Dr. R. Wegscheider-Wien, Prof. Dr. W. Nernst-Göttingen, Prof. Dr. G. Haberlandt-Graz, Prof. Dr. W. Kükenthal-Breslau, Prof. Dr. J. Partsch-Breslau, Prof. Dr. E. Brückner-Halle a. S. und Oberrealschuldirektor Dr. H. Schotten-Halle a. S.

b) Mitglieder der medizinischen Hauptgruppe werden die Herren: Prof. Dr. W. His-Basel, Prof. Dr. F. Moritz-Greifswald, Prof. Dr. A. Frh. v. Eiselsberg-Wien, Prof. Dr. A. v. Rosthorn-Heidelberg, Prof. Dr. C. Hess-Würzburg, Prof. Dr. L. Aschoff-Marburg i. H., Prof. Dr. K. Bonhoeffer-Breslau und Prof. Dr. Ph. Stöhr-Würzburg.

Die naturwissenschaftliche Hauptgruppe wählte zum Vorsitzenden Herrn Prof. Dr. A. Gutzmer-Jena, zu dessen Stellvertreter Herrn Prof. Dr. R. Wettstein v. Westersheim-Wien.

In der medizinischen Hauptgruppe fiel die Wahl auf Herrn Prof. Dr. L. Krehl-Strassburg i. E. als Vorsitzenden, auf Herrn Prof. Dr. W. His-Basel als Stellvertreter.

4. In Vertretung des verhinderten Herrn Schatzmeisters legte der Syndikus der Gesellschaft, Herr Dr. J. Junck-Leipzig, den Kassenbericht vor.

VORTRÄGE

IN DEN

ALLGEMEINEN SITZUNGEN.

I.

Die Entwicklungsmechanik, ein neuer Zweig der biologischen Wissenschaft.

Von

W. Roux.

Hochansehnliche Versammlung! Der Gedanke der Entwicklung alles Bestehenden ist eine der grössten Errungenschaften der Geistesarbeit des vergangenen Jahrhunderts. Im früheren Jahrhundert zuerst auf Einzelgebieten gewonnen, wurde er dahin erweitert, dass alles jetzt Vorhandene allmählich durch Entwicklung entstanden sei, und dass diese Entwicklung auf natürlichem, gesetzmässigem Wege, durch das Wirken der Naturkräfte, nicht durch plötzliche Schöpfung, nicht durch Wunder bewirkt worden sei.

So die Weltkörper am Himmel und die Erde, ihre Rinde mit allen ihren Schichten, das erste Leben auf ihr und die Gesamtheit aller daraus hervorgegangenen Lebewesen.

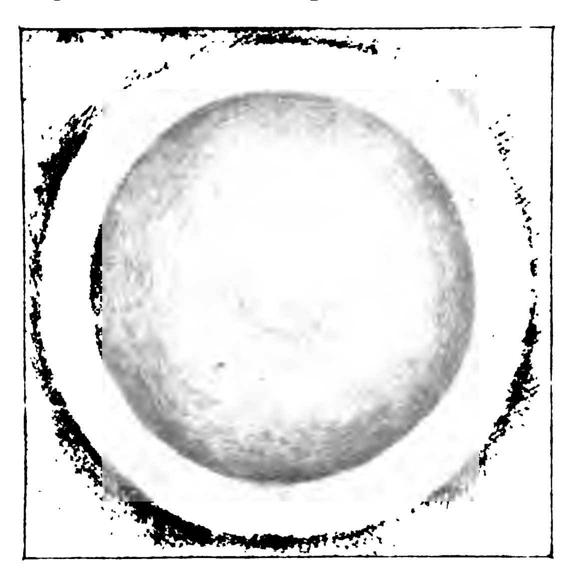
Vom einzelnen Lebewesen war es schon längst bekannt, dass es eine Entwicklung durchmacht. Doch war sie dicht mit Schleiern umgeben, die nur nach und nach gelüftet worden sind und uns auch jetzt noch vieles, ja das meiste verhüllen, vieles wohl ewig verhüllen werden.

Wollen Sie mir gestatten, Ihnen von dem auf diesem Gebiete Errungenen zu berichten, insbesondere von einem neuen Trieb, der an diesem Teile des Baumes der Wissenschaft vom Leben seit etwa zwei Jahrzehnten aus einem früher schon angesetzten Keim erwachsen ist und jetzt bereits einen ansehnlichen Zweig der Biologie darstellt.

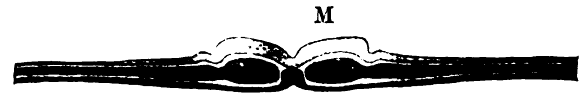
Früher glaubte man, in dem Ei schon die äusseren Teile des fertigen Tieres erkennen zu können, und nahm daher an, dass die weitere Bildung, ähnlich der Entwicklung einer Pflanzenknospe, hauptsächlich in einer Entfaltung, in einem Aufwickeln des Zusammengelegten unter Vergrösserung desselben bestünde.

Auf diese Vorstellung gründet sich der allgemein gebräuchlich gewordene Name „Entwicklung“, Evolution, für die Bildung eines tierischen Lebewesens aus dem Ei. Dieser Name erwies sich aber für die Bildung der Tiere schon bei der ersten genauen Prüfung als ganz unrichtig.

Kaspar Friedrich Wolff erkannte bereits vor fast 150 Jahren, dass bei dem Beginne der Entwicklung des Hühnchens im Ei von einem



Figur 1.



Figur 2.

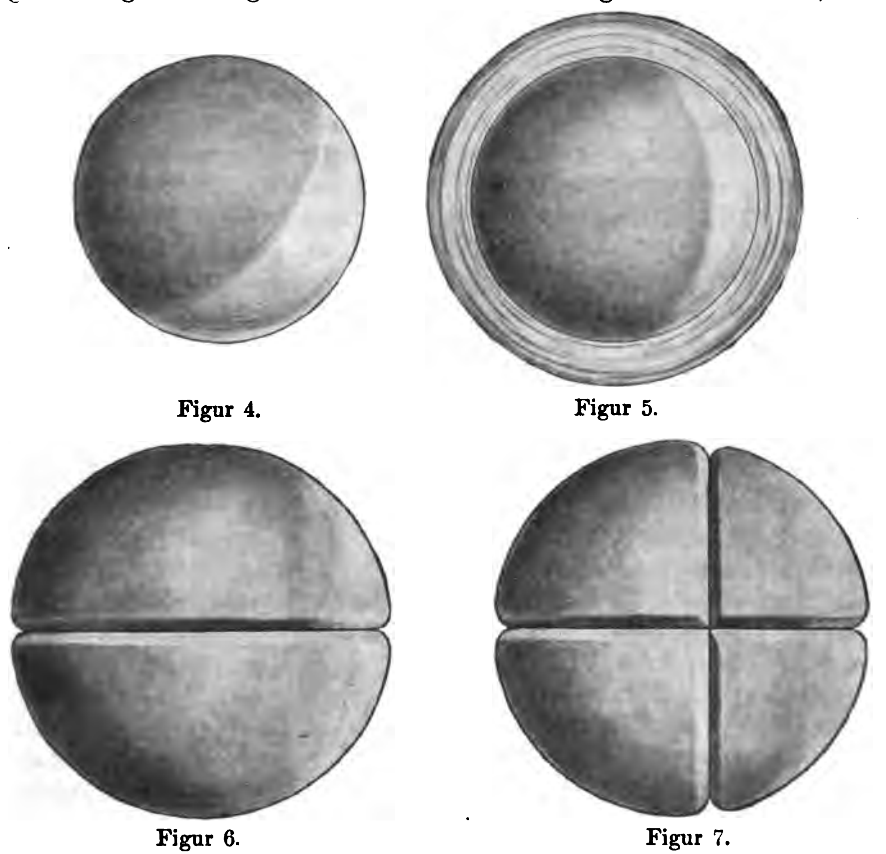


Figur 3.

Kopf und einem Rumpfe, von Armen und Beinen, die man zu sehen geglaubt hatte, nichts vorhanden ist, sondern dass zunächst nur ein ebenes Blatt gebildet wird, wie es Ihnen hier Figur 1 zeigt, und dass diesem dann noch zwei weitere Blätter sich anfügen, die Sie in Figur 2 im Durchschnitt dargestellt sehen. Das sind die drei Keimblätter. Danach entsteht auf der Aussenseite der Platte durch Erhebung zweier Falten, die Figur 3 Ihnen darbietet, und durch ihre Vereinigung ein

einfaches Rohr, das Nervenrohr, das die Anlage von Gehirn und Rückenmark darstellt. Und auf der entgegengesetzten Seite bildet sich in etwas anderer Weise ein zweites Rohr, das Darmrohr, welches den ganzen Darmkanal liefert. Aus diesen einfachen Rohren und aus den anderen Teilen der drei Keimblätter entstehen unter vielen Formenwandlungen und Abgliederungen später die einzelnen Organe.

Mit solchem Nachweis der Bildung der Keimblätter und der Abgliederung aller Organe aus ihnen war die Aufgabe der früheren, der



Figur 4. Figur 5.

Figur 6. Figur 7.

sogenannten beschreibenden oder deskripten Entwicklungsgeschichte noch nicht erschöpft. Wilhelm His hatte diese Aufgabe erheblich erweitert, indem er verlangte, dass für jedes spätere Organ auch der Ort seines Materials im Keimblatt nachgewiesen werde, und dass diese Zurückprojektion wo möglich auch bis auf die ersten Teilzellen des Eies, ja bis auf das ungeteilte Ei auszudehnen sei.

Das Ei hat den Wert einer Zelle. Es teilt sich nach der Befruchtung zunächst in 2 Zellen, dann in 4, 8, 16 Zellen und so fort. Diese ersten Zellen sind etwas abgerundet und haben daher zwischen

sich tiefe Furchen. Sie werden deshalb Furchungszellen genannt. In Figur 5 sehen wir z. B. das noch ungeteilte Ei des grünen Frosches von oben, in Figur 4 annähernd von der Seite abgebildet. In Figur 6 zeigt es sich nach der ersten Teilung, also in 2 Furchungszellen zerlegt, in Figur 7 nach der zweiten Teilung, im vierzelligen Stadium.

Auf diese Furchungszellen und zum Teil auf das noch ungeteilte Ei wurden durch ausserordentlich mühsame und scharfe Beobachtungen die späteren Organe zurückprojiziert.

Denken wir uns diese Art der Kenntnis vollkommen bis ins letzte durchgeführt, so hätten wir folgende Einsicht in das Entwicklungsgeschehen eines Lebewesens erlangt:

„Ausgehend von der Kenntnis der Lagerungsbeziehungen aller verschiedenen Teile des befruchteten Eies zu einander, wären ermittelt: die Wege, welches jedes gesonderte Bahnen einschlagende Teilchen des Eies bis zu seiner letzten Verwendung zum Aufbau des Organismus durchläuft, sowie auch die Bahnen aller von aussen aufgenommenen und bis zur Vollendung der Entwicklung des Individuums zum Aufbau irgendwie verwendeter Teile.“

Das wäre die höchste, überhaupt nur denkbare, nie annähernd erreichbare Leistung der früheren Art der entwicklungsgeschichtlichen Forschung.

Wir werden uns nun zu fragen haben: Wäre diese Kenntnis dann eine vollkommene, eine wenn auch nur prinzipiell erschöpfende?

Würden diese äussersten Leistungen der deskriptiven Forschung unseren Erkenntnistrieb befriedigen?

Wir werden sagen: nein. Denn diese Auflösung des Entwicklungsgeschehens wäre bloss eine formale; die Entwicklungsvorgänge bestünden danach nur in Beschleunigung und Verzögerung von Teilchen, in Näherung und Entfernung derselben, in Neueintritt und Ausscheidung solcher, also nur in Änderungen der Bewegung und Lagerung. Jede Änderung eines Zustandes oder Geschehens muss aber durch etwas bewirkt werden, denn nichts kann von selber seinen Zustand ändern. Dieses Wirkende nennen wir die Ursachen oder die Faktoren des Geschehens. Es fehlt uns also noch gänzlich die Kenntnis der Ursachen der Entwicklungsvorgänge. Sollen wir nicht streben, auch diese Kenntnis, soweit es irgend möglich ist, uns anzueignen? Ich hoffe. Sie werden mir zustimmen, wenn ich diese Forderung vertrete und im Nachfolgenden etwas eingehender begründe.

Doch darf ich Ihnen nicht vorenthalten, dass keineswegs alle Forscher auf dem Gebiet der Entwicklungsgeschichte diese Auffassung von der Notwendigkeit der ursächlichen Erforschung des Geschehens teilen.

Sie berufen sich dabei auf die Aussprüche einiger berühmter Physiker, insbesondere Kirchhoffs, welcher es als die Aufgabe der Mechanik

bezeichnete, das Naturgeschehen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben.

Hier ist also von ursächlichem Forschen nicht die Rede, und dies gerade bei der bisher als ursächlich charakterisierten Bewegungslehre, bei der Mechnik. Andere Physiker, wie Hertz und Mach, äusserten sich in ähnlicher Weise.

Daraus folgern die bezüglichen Biologen, dass diese Physiker die bisherige ursächliche Forschung und ihre Ergebnisse, sowie eine weitere Erforschung ursächlicher Beziehungen für überflüssig erklärt hätten.

Dieses Urteil beruht gewiss auf einer unzutreffenden Deutung; denn es wird heutzutage keinen Physiker geben, der das Wirken und die Faktoren desselben, also die Ursachen des Wirkens, verleugnen oder auch nur vernachlässigen möchte.

Was der Physiker unter einfachster Beschreibung versteht, ist etwas ganz anderes, als diese Vertreter der beschreibenden Entwicklungsgeschichte sich darunter denken. Es ist nicht eine einfachste Beschreibung des sichtbaren Geschehens.

Der Physiker will das seiner Forschung zugehörige Geschehen, einschliesslich des Wirkens, auf die einfachste Weise, das heisst unter Annahme der wenigsten und einfachsten Wirkungsweisen beschreiben, nicht aber unter Vernachlässigung dieses Wirkens.

Dürfen wir glauben, es gäbe einen Physiker, der den Inhalt des Satzes vom Parallelogramm der Kräfte, das heisst das durch ihn bezeichnete Wirken, welches die Resultante aus den wirklichen Komponenten hervorbringt, verleugnen werde? Sicher nicht! —

Die Forderung einer ursächlichen Ableitung auch des Entwicklungsgeschehens eines Lebewesens ist nicht neu, sondern schon von C. E. v. Baer, wenn auch etwas mystisch formuliert, aufgestellt worden. Aber erst fast ein halbes Jahrhundert später machte Wilh. His den ersten Versuch, diesem ursächlichen Geschehen etwas näher zu treten. Er glaubte, dass alle formenbildenden Entwicklungsvorgänge auf ungleiches Wachstum der verschiedenen Stellen der Keimblätter und auf Stauungen an den weniger wachsenden Nachbarteilen zurückgeführt werden können.

Das dabei verwendete Gestaltungsprinzip ist an sich unzweifelhaft ein richtiges. Aber jede einzelne bestimmte Form kann erstens auf diese Weise durch sehr verschiedene Verteilungen und Grössen des lokal beschränkten Wachstums, ausserdem aber auch noch durch ganz andere Arten von Vorgängen hervorgebracht werden. His nahm somit eine mögliche Ableitung sogleich als die wirkliche hin, ohne zu fragen, ob sie die einzig mögliche ist, und ohne mit geeigneten Methoden den Nachweis ihrer Wirklichkeit zu versuchen. Immerhin war es seinerzeit ein erstaunlich kühner Versuch, in die Ursachen des Entwicklungsgeschehens mit einem so einfachen ursächlichen Prinzip einzu-

dringen, wenn natürlich auch die nächste Frage: nach den Ursachen dieses in typischer Weise verteilten Wachstums, noch nicht beleuchtet wurde.

Da die Arbeit dieses Vorgängers also den Beweis der Richtigkeit der Ableitungen ganz entbehrt, haben wir uns, indem wir seine Bestrebungen fortsetzen wollen, zu fragen, auf welche Weise ein solcher Beweis überhaupt erbracht werden kann, wie also kausale Erkenntnis an unserem Objekte in gesicherter, in exakter Weise erworben werden kann. Das ist hier schwieriger als auf irgend einem anderen Gebiete. Denn nicht nur ist auch hier das bezügliche gestaltende Geschehen im Grunde genommen unsichtbar, sondern es findet auch immer an vielen Orten zugleich statt, und zwar geschieht es bei allen Eiern derselben Art stets in derselben, im voraus bestimmten Weise; deshalb können wir nicht wissen, welche von den vielen gleichzeitigen Veränderungen von den einzelnen früheren Änderungen abhängen.

Das einzige Mittel, welches uns unter diesen Umständen gesicherte Kenntnis gewähren kann, ist das Experiment, dieses grosse Hilfsmittel des Menschen, mit dem er seit Jahrhunderten die Natur zwingt, ihm auf seine Fragen Antwort zu geben. Es ist aber eine Kunst, die Fragen so zu stellen und unsere Zwangsmittel, die Versuchsbedingungen, so anzuwenden, dass die Natur uns in eindeutiger Weise antworten muss. Dazu ist es nötig, schon im voraus einen geistigen Einblick in das zu untersuchende Geschehen gewonnen zu haben, den Vorgang bereits im Geiste analysiert, ihn wenigstens vermutungsweise in seine eventuellen Faktoren zerlegt zu haben, um dann künstlich Bedingungen herzustellen, in denen wo möglich bloss ein solcher Faktor abgeändert ist.

Daher müssen auch wir uns zunächst eine Übersicht über die verschiedenen Arten von Ursachen, welche an einem jeden Geschehen beteiligt sind, verschaffen.

Jedes Geschehen hat erstens die Ursachen oder Faktoren, welche die Art des Geschehens bestimmen; diese wollen wir als spezifische Ursachen bezeichnen. Dazu kommen die Ursachen des Ortes des Geschehens, der Zeit desselben, ferner der Intensität und Richtung. Alle diese Ursachen können getrennt und von einander verschieden sein; sie können aber zum Teil auch zusammen fallen; in jedem Einzelfalle sind wo möglich alle diese Ursachen zu ermitteln. Die Schwierigkeit ihrer Ermittelung ist aber überaus verschieden. Daher werden wir gut tun, mit den am leichtesten zu erforschenden von ihnen anzufangen.

Diese Einzelursachen oder Faktoren wirken nun bei ihrem vollständigen Zusammentreffen auf einander, und dieses geschieht je nach ihrer Art in verschiedener Weise.

Die Physik und Chemie haben das ganze anorganische Geschehen in seiner grossen Mannigfaltigkeit auf eine relativ geringe Anzahl von

bestimmten, immer in derselben Art wiederkehrenden, also „beständigen" Wirkungsweisen zurückgeführt, es in sie zerlegt.

Sie kennen die umgestaltende, z. B. biegende Wirkungsweise des Massendruckes, die Bewegung verzögernde und erwärmende Wirkungsweise der Reibung, die der Cohäsion, der Oberflächenspannung flüssiger Körper, der Adhäsion, sowie der aus diesen beiden sich zusammensetzenden Kapillarität, ferner die Diosmose, die anziehenden Wirkungsweisen der Schwere, des Magnetismus, die mannigfachen elektrischen Wirkungsarten, die Reflexion des Lichtes mit ihrer Spiegelbildwirkung, die Lichtbrechungswirkung, z. B. durch Linsen, die Kristallisation u. s. w.

Das organische Geschehen zeigt teilweise dieselben Wirkungsweisen wie das anorganische; vielfach aber treten in ihm wesentlich davon abweichende Wirkungen uns entgegen. Die Erfahrung lehrt aber, dass durch Kombination von mehreren Wirkungsweisen neue Wirkungsarten entstehen können, wie z. B. durch Kombination der Wirkungen von Schwefel, Eisen, Sauerstoff und Wasserstoff zu Eisenvitriol ganz andere Wirkungsweisen entstehen als durch Kombination der Wirkungen von bloss zweien dieser Elemente. Und dass durch neue Kombinationen von physikalischen Wirkungen neue Wirkungsweisen entstehen können, hat Ihnen die Hervorbringung der Röntgenstrahlen, der Becquerelstrahlen in letzter Zeit deutlich vor Augen geführt.

Wir nehmen daher bis zum Beweise des Gegenteils an, dass die besonderen Wirkungsweisen, welche in den Lebewesen stattfinden, ihre Ursache nur in der besonders komplizierten physikalisch-chemischen Zusammensetzung der Lebewesen haben.

Indem wir nach der Erkenntnis desjenigen Wirkens, auf dem das Entwicklungsgeschehen beruht, streben, ist es daher unsere nächste Aufgabe, dieses Geschehen möglichst weit auf anorganische Wirkungsweisen zurückzuführen, es in solche Wirkungsweisen zu zerlegen, zu analysieren. Soweit dies noch nicht möglich ist, müssen wir das Geschehen wenigstens in eine möglichst kleine Zahl verschiedener, wenn auch noch mit den besonderen Charakteren des organischen Geschehens behafteter Wirkungsweisen zerlegen.

Die Physik und Chemie hatten früher auch ein Stadium der einfachen Ermittelung und blossen Beschreibung des von der Natur dargebotenen sichtbaren Geschehens und Seins. Aber seit mehreren Jahrhunderten schon ist die Physik, seit etwa ein und einem halben Jahrhundert die Chemie aus diesem ersten Stadium jeder Wissenschaft allmählich herausgetreten und bereits ganz zu dem notwendigen nächsten Stadium, dem der ursächlich analysierenden Forschung, übergegangen. Diesen selben, für jede nicht rein historische Wissenschaft unerlässlich nötigen Schritt ist jetzt die Entwicklungsgeschichte, die Embryologie, zu tun im Begriff; und alle Bekämpfungen und Miss-

deutungen unserer Absichten durch Vertreter der bisher alleinigen deskriptiven Richtung werden daher diesen Fortschritt nicht aufzuhalten vermögen.

Wir haben der so entstandenen neuen Disziplin den Namen Entwicklungsmechanik gegeben, indem wir dabei das Wort Mechanik im philosophischen, allgemeinsten Sinne, im Sinne der Lehre vom mechanistischen, das heisst der Kausalität unterstehenden Geschehen gebrauchen.

Gehen wir nun zu den bisherigen Untersuchungen und ihren Ergebnissen über.

Um in den unübersehbaren Komplex unbekannter Wirkungsweisen, welcher die Entwicklung eines Lebewesens darstellt, einzudringen, wollen wir mit der voraussichtlich am leichtesten zu ermittelnden Gruppe von Ursachen der Entwicklungsgestaltungen beginnen.

Als solche erschienen mir die Ursachen der Richtung der Gestaltungen; und es empfahl sich aus verschiedenen Gründen, mit den Ursachen der allgemeinsten Gestaltungen, mit der Bestimmung der Hauptrichtungen des Tieres im Ei, anzufangen.

Es war daher zuerst die Frage zu beantworten: Wodurch wird in dem zumeist runden Ei die Richtung der Mittelebene oder der Symmetrieebene des ganzen Körpers des künftigen Tieres bestimmt, und wodurch wird an ihr über die Lage der Richtungen kopf- und schwanzwärts, bauch- und rückwärts entschieden? Mit diesen Bestimmungen ist dann die Lage des künftigen Tieres im Ei festgelegt.

Das hier im Inlande zu solchen Versuchen geeignetste Objekt ist das Froschei. An diesem wurden daher die jetzt zu besprechenden Versuche angestellt.

In diesem Ei wird die Lage der Symmetrieebene des Tieres erst zwei Tage nach der Befruchtung des Eies bestimmt sichtbar; dieses Sichtbarwerden geschieht durch die Anlage des Gehirns und Rückenmarks in Form der vorhin erwähnten Medullarfurche, welche in Figur 8 auf Seite 15 breit entwickelt zu sehen ist. Aus dem späten Sichtbarwerden der Lage der Mittelebene des Körpers ist aber nicht zu folgern, dass diese Bestimmung selber erst zu dieser Zeit getroffen wird; sie kann auch schon viel früher, vielleicht schon im unbefruchteten Ei geschehen sein. Mit den verschiedenen Entwicklungsphasen aber, in denen die Bestimmung vielleicht geschehen könnte, müssten auch die Ursachen selber wesentlich verschiedene sein, da das Ei in jeder Phase einen anderen Bau hat. Es war also vor der Inangriffnahme der Ursache zunächst die Zeit, in der die bezügliche Entscheidung stattfindet, zu ermitteln.

Da ich die Vermutung hegte, dass die typische Entwicklung des Individuums wohl schon von Anfang an ein System bestimmt gerichteter Vorgänge sein werde, so prüfte ich zunächst, ob vielleicht schon die

Richtung der ersten Teilung des Eies in die beiden ersten Furchungszellen, welche Figur 6 auf Seite 5 zeigt, eine bestimmte Beziehung zur Richtung der Symmetrieebene des künftigen Tieres hat. Zu diesem Zwecke wurde die Richtung der ersten Furche genau verzeichnet; und als nach zwei Tagen die Medullarfurche gebildet war, wurde deren Richtung in dasselbe Diagramm eingetragen. Dabei ergab sich, dass in Dreiviertel der Fälle beide Richtungen ganz oder fast ganz zusammenfielen.

Dadurch bekundete sich schon deutlich eine Beziehung zwischen beiden Richtungen. Indem nach den Ursachen der erheblichen Anzahl von Abweichungen gesucht wurde, wurde erkannt, dass die Schwerkraft Abweichungen hervorbringen kann, indem sie auf die ungleich schweren Dotterteile des Eies umordnend wirkt. Nachdem dieser störenden Wirkung möglichst vorgebeugt worden war, ergaben sich in den einzelnen Versuchsreihen 90 Proz. Übereinstimmungen. Aus dieser erheblichen Verbesserung der Resultate durfte gefolgert werden, dass bei vollkommenem Ausschluss aller Störungen beide Richtungen stets zusammenfallen würden. Um dieses darzustellen, müsste die Figur 6 um 90° gedreht werden, wodurch die erste Furche die Richtung der Medullarfurche der Figur 8 erlangen würde. Zufällg hatte in demselben Jahre, im Jahre 1883, der Physiologe PFLÜGER, von einer anderen Fragestellung ausgehend, denselben Versuch einige Monate später angestellt und dabei dasselbe Ergebnis gewonnen.

Meine Versuche zeigten weiterhin gleich noch, dass bei dem grünen Frosch zur Zeit der ersten Furche auch schon die Richtungen kopf- und schwanzwärts am Ei bestimmt sind, und für die Richtungen bauch- und rückwärts gilt Ähnliches.

Damit war also erkannt, dass schon lange vor der Anlage irgend welcher Organe die Hauptrichtungen des künftigen Tieres im Ei bestimmt werden, und zwar schon vor der ersten Teilung des Eies. Nun war zu ermitteln, ob diese Bestimmung etwa schon im unbefruchteten Ei oder erst zur Zeit der Befruchtung, resp. kurze Zeit nach derselben stattfindet. Diese an schwimmenden Eiern vorgenommene Prüfung ergab die Wahrscheinlichkeit, dass die Bestimmung erst um die Zeit der Befruchtung getroffen werde.

Nachdem so die Frage der Zeit annähernd gelöst war, konnte mit Aussicht auf Erfolg auch zur Inangriffnahme der Ursache der Bestimmung fortgeschritten werden; und es lag jetzt nahe zu prüfen, ob die Befruchtung selber diese Bestimmung bewirke.

Es war daher zu ermitteln, ob die Richtung der ersten Furchung des Eies in konstanter Beziehung zu derjenigen Richtung steht, in welcher die Befruchtung des Eies stattgefunden hat.

Zu dieser Prüfung war es nötig, dass wir in die Lage kamen, unsererseits zu bestimmen, an welchem senkrechten Meridian der be-

fruchtende Samenkörper in das Ei eindringt. Dies gelang dadurch, dass in die dicke Eihülle, welche Figur 5 auf Seite 5 andeutet, ein senkrechter Schnitt gemacht wurde. Dadurch bekamen die an dieser Seite eindringenden Samenkörner einen Vorsprung von mehreren Minuten vor den anderen, und der zuerst eindringende Samenkörper befruchtet das Ei. Es zeigte sich nun, dass die erste Furche in der Tat in etwa 90 Proz. der Fälle dem von uns willkürlich gewählten Befruchtungsmeridian folgte, dass sie mit ihm zusammenfiel. Und ausserdem ergab sich noch, dass diejenige Seite des Eies, auf der der Samenkörper eingedrungen war, zu immer derselben Seite des Tieres, nämlich zur Schwanzseite desselben wurde.

So war es also nach vorheriger Ermittelung der Zeit der Bestimmung gelungen, auch die normale Ursache dieser wichtigen Bestimmung festzustellen.

Nach diesem Ergebnis über die allgemeinsten Richtungsverhältnisse war es nötig, eine erste Orientierung über die Örtlichkeit der Entwicklungsursachen zu gewinnen, insbesondere der die Art der Vorgänge bestimmenden, spezifischen Ursachen. Es war daher die Frage aufzuwerfen, ob diese (determinierenden) Hauptursachen der Entwicklung vollständig im Ei selbst liegen, oder ob wesentliche, die Gestaltung bestimmende Ursachen auch noch von aussen her auf das Ei einwirken müssen.

Dass auch äussere Faktoren, wie Wärme, Luft und Nahrung, zur Entwicklung nötig sind, war bekannt. Aber daraus folgt noch nicht, dass sie die Gestaltung bestimmen. Da sie zudem auf die Eier vieler verschiedener Tiere in gleicher Weise einwirken, können sie keinesfalls die besondere Gestaltung dieser Tiere veranlassen.

Immerhin könnte ein äusseres Agens zur Bestimmung einer allgemeinen Gestaltung beitragen, da es ordnend und so auch richtend zu wirken vermag und immer tätig vorhanden ist. Infolge dessen könnte dieses Agens ausserdem auch zur Entwicklung direkt nötig sein. Dieses Agens ist die Schwerkraft. Diese Frage wollte Pflüger durch seine oben erwähnten Versuche prüfen. Er kam durch eine sinnreiche Versuchsanordnung zu dem Ergebnis, dass die Schwerkraft es ist, die am Ei den Ort bestimme, der zum Rückenmark wird, und dass dies ganz ohne Rücksicht darauf geschehe, welche Art von Eimaterial sich an dieser Stelle befindet. Danach musste also die gestaltende Wirkung der Schwerkraft zur Entwicklung auch unbedingt nötig sein.

Gustav Born untersuchte darauf das innere Geschehen bei Pflügers Versuch, kam aber zu einer ganz anderen Deutung desselben; und ich prüfte die angebliche Notwendigkeit der differenzierenden Wirkung der Schwere, indem ich die Eier auf eine senkrechte Scheibe brachte, welche um ihren Mittelpunkt in Richtung ihrer Fläche sich drehte. Obschon hier die Eier fortwährend ihre Richtung gegen die Schwerkraft

änderten, und obschon ausserdem noch dafür gesorgt war, dass viele, in einem Glase schwimmende Eier sich dabei auch noch überstürzen mussten, entwickelten sie sich gleichwohl in normaler Weise. Sie bewiesen so, dass eine ordnende, richtende Wirkung der Schwerkraft zur Entwicklung nicht nötig ist.

Dieselben Versuche liessen die weitere Folgerung zu, dass auch die Richtung des Lichteinfalles und die Lage zu dem magnetischen Meridian ohne bestimmende Bedeutung für die Gestaltung im Ei sind. Wir dürfen also schliessen, dass alle hauptsächlichen, die Entwicklung als solche und ihre besondere Art bestimmenden Faktoren im Ei selber enthalten sind. Durch dieses Ergebnis erhielt die weitere, unsererseits zunächst allein auf die spezifischen oder determinierenden Ursachen der Entwicklung gerichtete Untersuchung eine sehr angenehme, scharfe Umgrenzung, da alle Faktoren, welche die bezüglichen Entwicklungsvorgänge bestimmen, im Ei selber zu suchen sind.

Um nun diesen Gestaltungsursachen selber näher zu treten, war es empfehlenswert, zunächst die oben erwähnte Grundannahme von His, dass die Formbildung passiv durch Stauung wachsender, sich ausdehnender Teile an ihrer Umgebung entstehe, an seinen eigenen Hauptbeispielen experimentell zu prüfen. Nach dieser Annahme entstünde die Rückenfurche, die Sie auf Figur 3 im Querschnitt dargestellt sehen, sowie die nachfolgende Rohrform des Rückenmarks durch Stauung der ursprünglich ebenen Rückenmarksplatte an ihrer seitlichen Umgebung oder umgekehrt. Wenn wir also an Hühnerkeimen, die den Stadien entsprechen, welche in Figur 2 und 3 dargestellt sind, die in der oberen Schicht in der Mitte befindliche dicke Medullarplatte M an ihren seitlichen Rändern abtrennen, so müsste die Rohrbildung ausbleiben. Nachdem ich am Hühnerkeim beiderseits diese Trennung vorgenommen hatte, erfolgte aber gleichwohl die Erhebung und Näherung der beiden Falten, und zwar geschah dies noch rascher, als es normalerweise der Fall ist. Dies beweist, dass die gestaltenden Ursachen, im Unterschied von der Auffassung His', nicht zu einem wesentlichen Teile ausserhalb, sondern vollkommen innerhalb der sich wölbenden Medullarplatte gelegen sind, dass also diese Biegung, wie wir sagen, Selbstdifferenzierung dieser Platte ist. Dasselbe Resultat ergab der entsprechende Versuch am Darmrohr.

Um weiterhin methodisch fortzuschreiten und uns einen ersten Einblick in das Allgemeinste der Art des noch ganz unbekannten und unverständlichen Entwicklungsgeschehens zu verschaffen, stellte ich die Frage auf, ob die Entwicklung des befruchteten Eies ein formales Gesamtwirken desselben darstellt, und prüfte daher, ob alle Teile des befruchteten Eies zu seiner Entwicklung nötig sind; und sofern dies nicht der Fall ist, welche Folgen erstens der Defekt von Eisubstanz und zweitens die mit dem Defekte zugleich entstehende Umordnung

der Eisubstanzen haben. Es war denkbar, dass schon jeder kleinste Substanzverlust die Entwicklungsfähigkeit aufhebe. Da demnach alle Teile des Eies fortwährend zur Entwicklung nötig wären, so wäre zu folgern, dass auf jedem Stadium immer alle Teile des Eies zusammenwirken müssen, um die Entwicklungsvorgänge zu ermöglichen. Ferner musste als möglich gedacht werden, dass vielleicht Störungen der Anordnung der Dotterteile eine entsprechend falsche Anordnung der entwickelten Organe im Tiere bewirken, wenn nicht überhaupt dadurch ganz atypische, fremdartige Bildungen veranlasst würden. Es war gewiss empfehlenswert, ehe wir an die Erforschung einzelner besonderer Entwicklungsvorgänge herantraten, uns über diese allgemeinsten Eventualitäten Aufschluss zu verschaffen.

Zu diesem Zwecke versenkte ich vor mehr als zwei Dezennien in den Räumen der hiesigen, wohl vielen von Ihnen noch bekannten alten Anatomie, welche unter Leitung des Herrn Geheimrat Prof. Hasse stand, eine spitze Nadel in das Froschei, nicht ohne ein geheimes Grauen darüber zu empfinden, dass ich es wagte, in solcher Weise in den geheimnisvollen Komplex aller Bildungsvorgänge eines Lebewesens einzugreifen. Beim Zurückziehen der Nadel trat ein mehr oder weniger grosser Teil des Eiinhaltes aus (das Extraovat); es wurde also durch den Anstich ein Defekt im Ei gesetzt und ausserdem notwendigerweise die Anordnung der zurückgebliebenen Substanzen gestört. Diese Versuche wurden mehrere Jahre fortgesetzt und auf verschiedene Stadien ausgedehnt. Es ergab sich zunächst, dass trotz des oft grossen, bis etwa ein Fünftel des ganzen Eiinhaltes betragenden Austrittes von Dottersubstanz meist ganz normal gestaltete Embryonen gebildet wurden, die höchstens an der Operationsstelle einen kleinen, scharf umschriebenen Defekt darboten. Es ist also weder alle Eisubstanz, noch ihre vollkommen normale Anordnung zur Entwicklung und zur Bildung normal gestalteter Embryonen nötig.

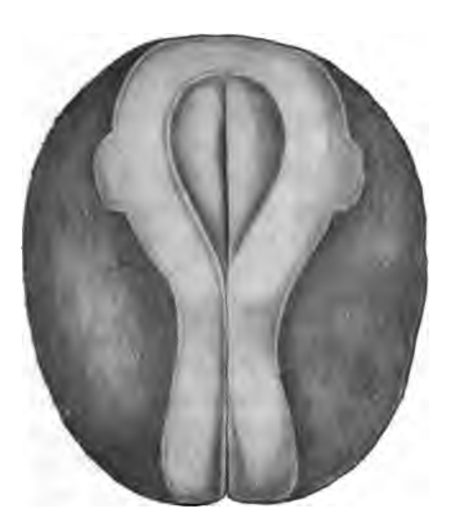
Schon in einigen Fällen der ersten dieser Anstichversuche starb das halbe Ei nach dem Anstich ganz ab, während die andere Eihälfte am Leben blieb. Durch die Tötung einer ganzen Eihälfte erhielten wir Gelegenheit, einen Schritt weiter zu gelangen und die Frage nach der Örtlichkeit der speziellen Entwicklungsursachen vom Beginne der Entwicklung an für ein ganz bestimmtes Gebiet zu erforschen.

Nach Besiegung von allerhand Schwierigkeiten gelang es, bei einer grösseren Anzahl von Eiern eine der beiden ersten Furchungszellen für längere Zeit oder ganz von der Entwicklung auszuschalten.

Trotzdem entwickelte sich die überlebende andere Eihälfte weiter und lieferte deutliche rechte und linke halbe junge Tiere, Halbembryonen. In Figur 8 ist zum Vergleiche ein ganzer Embryo des jüngsten Stadiums abgebildet, Figur 9 zeigt einen linken Halbembryo, von der Rückenseite aus gesehen, etwas älter. Auch vordere halbe Embryonen entstanden

einige Male, (Figur 10) bei Anstich nach der zweiten Eiteilung, ebenso Dreiviertelembryonen.

Jeder solche rechte oder linke Halbembryo hat nur eine seitliche


Figur 8.


Figur 9.

Hälfte des Rückenmarks, einen seitlichen halben Darmkanal und nur die Organanlagen der zugehörigen seitlichen Körperhälfte. Der vordere Halbembryo hat nur die Organanlagen der vorderen Körperhälfte.


Figur 10.

Aus der Bildung der rechten oder linken Halbembryonen ist zu folgern, dass jede der beiden ersten Furchungszellen nicht bloss das Material zur Bildung der entsprechenden Körperhälfte darstellt, sondern dass jede dieser Zellen auch die zur Bestimmung der Entwicklung nötigen spezifischen Energien in sich selber enthält.

Eine differenzierende Mitwirkung der anderen Eihälfte ist also zur Entwicklung einer Eihälfte hier nicht erforderlich. Die Entwicklung des Froschembryos erfolgt somit durch selbständige Differenzierung, durch Selbstdifferenzierung der ersten Furchungszellen und stellt daher eine Art von Mosaikarbeit, von Bildung der einzelnen Teile für sich, dar. Auch von Säugetieren, sogar vom Menschen sind vordere halbe Embryonen, resp. ähnliche Teilbildungen beobachtet.

Viele weitere Versuche teils ähnlicher, teils neuer Art von anderen

Autoren haben sich an diese analytischen Ausgangsversuche angeschlossen und haben weitere ursächliche Kenntnis bereits in ungeahnter Weise ergeben. Bei der Beschränktheit unserer Zeit seien hier nur genannt die Isolationsversuche mit ersten Furchungszellen von Chabry an Ascidien, von Endres, Barfurth und Morgan an Amphibien, von Crampton an einer Schnecke, von Fischel an Quallen, von Edm. Wilson an einem Wurm, die gleichfalls die Halbbildungen, und zwar bei sehr verschiedenen Tieren, ergaben, ferner die Versuche von Gustav Born über Verwachsung von Stücken junger Embryonen mit nachfolgender Selbstdifferenzierung der Stücke, von Alfred Schaper über die Entwicklung des Embryos nach Entfernung fast des ganzen Zentralnervensystems. Weiterhin ganz andere wichtige Versuche von Curt Herbst über die überraschende, Gestaltung ändernde Wirkung von chemischen Agentien und über formbildende Reize, dann Boveris Befruchtung kernloser Bruchstücke von Eiern. Ferner ist von Bedeutung eine andere Reihe von Versuchen von Bütschli, Quincke, Berthold, Verworn, Rhumbler und anderen, welche die künstliche Nachahmung von organischen Zellgestaltungen, besonders unter Benutzung der Oberflächenspannung. also einer rein physikalischen Wirkungsweise, betreffen. Über diese wichtigen Versuche wird Ihnen Herr Rhumbler selber demnächst wohl des Genaueren berichten. Die Oberflächenspannung wurde überhaupt als einer der wichtigsten physikalischen, gestaltenden Faktoren im Organischen erkannt. Auf ihm beruht wohl auch die von mir ermittelte anziehende Wirkung, welche viele Furchungszellen aufeinander ausüben (der Cytotropismus). Eine hohe gestaltende Wirkung des osmotischen Druckes erkannten Bataillon, Herbst, J. Loeb u. A.

Überblicken wir die bereits gewonnene kausale Erkenntnis der typischen Entwicklung im Allgemeinsten, so sehen wir, dass das Geschehen fest normiert ist und vollkommen gesetzmässig sich vollzieht. Solches Geschehen ist prinzipiell erklärbar, wenn wir es auch aus besonderen technischen Gründen, wegen zu grosser Komplikation, wegen Unsichtbarkeit und wegen Verlaufes im Kleinen, ja im Kleinsten vielfach im Einzelnen nicht werden ermitteln können. Über solches Geschehen kann man rein mechanistische Theorien, sogenannte Maschinentheorien aufstellen. Und unserem Erkenntnistrieb wäre bei stetiger methodischer Arbeit auf diesem Gebiete auch eine stetig fortschreitende Einsicht und damit hohe Befriedigung verheissen.

Diese im voraus empfundene Befriedigung wird aber in hohem Masse durch eine Gruppe andersartiger Tatsachen gestört.

Teils schon bei den bereits erwähnten Versuchen traten uns Ergebnisse entgegen, die einer solchen maschinenmässigen Ableitung wenig zugänglich zu sein scheinen, die auf wesentlich andere Arten des gestaltenden Wirkens hindeuten, als wir sie bisher besprochen haben. Das sind die Tatsachen der Selbstregulation.

Sie kennen von diesem Gebiete die Regeneration, welche bei niederen Tieren nach Verlust eines beliebigen Körperstückes immer genau so viel wiederbildet, als zum „Ganzen“ fehlt. Auch die funktionelle Anpassung, die Anpassung der Organe an eine Funktion durch Ausübung derselben ist Ihnen bekannt.

Zu diesen wunderbaren Leistungen einer direkt das Zweckmässige in neuen Verhältnissen gestaltenden Fähigkeit der Organismen wurde nun durch die Versuche des letzten Dezenniums an Eiern und Embryonen eine Fülle neuer Tatsachen desselben Charakters hinzugefügt. Viele von ihnen verdanken wir der Forschertätigkeit von Hans Driesch, der sie auch zusammenfassend bearbeitet und zu deuten versucht hat.

Wir können hier nur von sehr Wenigem Kenntnis nehmen und wollen uns daher auf das beschränken, was unmittelbare Beziehung zu dem bereits Besprochenen hat, und zwar zu den Isolationsversuchen mit Furchungszellen.

Im Gegensatz zu den oben mitgeteilten Bestätigungen der zuerst am Froschei gewonnenen Resultate ergab nämlich die Wiederholung der Versuche bei manchen anderen Tieren ein ganz anderes Resultat. Dies jedoch nicht in dem Sinne, dass die isolierten ersten Zellen nicht entwicklungsfähig gewesen wären, sondern in der Weise, dass aus einer einzelnen der beiden ersten Furchungszellen, also aus einem halben Ei, ein ganzer Embryo gebildet wurde. Dies ist von Driesch für Seeigel, von Wilson für Amphioxus, von Zoja und Maas für Medusen, von Morgan für einen Knochenfisch, von Endres, Herlitzka, Spemann für den Triton erwiesen.

Indem nach den Ursachen dieses überraschenden Ergebnisses gesucht wurde, konnte aus der Arbeit der Forscher, um hier wenigstens ein Hauptergebnis anzuführen, für Amphibien die Folgerung abgeleitet werden, dass eine der beiden ersten Furchungszellen je nach der Anordnung ihres Dotters (Cytoplasmas) einen Halbembryo oder direkt einen Ganzembryo hervorbringen kann. Bleibt nämlich die typische Halbeigestalt der Zelle und besonders die ihr entsprechende Dotteranordnung erhalten, so entsteht ein Halbembryo (Roux). Wird die Dotteranordnung der Furchungszelle durch mittlere Umschnürung des Eies (Endres, Herlitzka, Spemann) oder durch rechtzeitige Umkehrung desselben (Schultze, Morgan) der Hauptsache nach ähnlich derjenigen eines ganzen Eies, so erfolgt sogleich eine Ganzentwicklung, welche direkt (nicht erst durch Postgeneration einer vorher fehlenden Hälfte) einen Ganzembryo produziert. (Roux, Morgan, O. Maas).

Damit haben wir eine ganz fundamentale gestaltende Beziehung erkannt, die auf deskriptivem Wege, also durch Beschreibung des normalen Bildungsgeschehens nie hätte ermittelt werden können. Wie dieses Geschehen aber bewirkt wird, das wird nun wiederum Gegen-

stand vieljähriger Forschungen werden, und wir werden dabei jedenfalls viel neue Erkenntnis gewinnen, Erkenntnis, deren Art heute noch gar nicht zu vermuten ist.

Andere überraschende neue Tatsachen kommen dazu, so die von Spemann entdeckte Entstehung von Doppelbildungen durch Einschnürung des Amphibien-Keims in seiner Mitte auf noch viel späterer Entwicklungsstufe: auf der Stufe der Keimblase und Gastrula, ferner die Beobachtung von verschmolzenen Eiern zu einem Ei mit nachfolgender Bildung eines einfachen Embryos, aber von Riesengrösse, an einer Meduse und an einem Wurm durch Metschikoff und zur Strassen und sogar die künstlische Verschmelzung schon eine Strecke weit (zur Blastula) entwickelter Seeigel durch Morgan und Driesch, gleichfalls mehrfach mit dem Effekt der Bildung eines einfachen Riesenembryos, weiterhin die von den Gebr. Hertwig entdeckte und seitdem vielfach, von J. Loeb, Bataillon, Delage u. A. veranlasste künstlische Parthenogenesis und manches andere, was uns früher undenkbar erschienen wäre (z. B. künstliche Heterogenesis).

Durch alle diese und andere neue Tatsachen, besonders aber durch die teleologisch scheinenden Selbstregulationen, ist die Vorstellung vom maschinenmässigen Verlauf der Bildung der Organismen sehr erschüttert worden; ja die Beachtung und Bewertung des typischen Bildungsgeschehens ist bei manchen Forschern dadurch fast bis zur Missachtung gesunken. Diese Autoren geben gar nicht mehr zu, dass es überhaupt typisches, fest bestimmtes Gestaltungsgeschehen gibt. Sie behaupten, alles Gestaltungsgeschehen sei regulatorisch und daher auch prinzipiell nicht physikalisch-chemisch erklärbar. Die organischen Gestaltungen seien nur unter Annahme einer „zwecktätig gestaltenden Potenz" voll zu erkennen und richtig zu würdigen.

Ich teile diese Auffassung nicht, bin aber bei der vorgeschrittenen Zeit nicht in der Lage, dieses schwierige Problem hier noch vor Ihnen behandeln zu können.

Gestatten Sie mir zum Schlusse nur noch, darauf hinzuweisen, dass ich es nicht für den richtigen Weg halte, die Erforschung eines überaus komplizierten, in seiner Art noch fast ganz unbekannten Geschehens mit dem Schwierigsten desselben, mit seinen Regulationen, zu beginnen. Zweitens sind auch im Gebiete des Anorganischen gestaltliche Selbstregulationen, so die Regeneration der Kristalle (Rauber) erkannt worden, so dass diese Regulationsweise also nicht mehr etwas den Organismen Eigentümliches darstellt. Drittens möchte ich nicht unterlassen hervorzuheben, dass auch die neu ermittelten organischen Regulationen ihrer Art und Leistungsgrösse nach alle in ganz bestimmte Grenzen gebannt sind, und dass sie ausserdem keineswegs immer Zweckmässiges hervorbringen. So zeigten Barfurth und Tornier, dass wir durch bestimmte Art der Verletzung der Extremitäten manche Tiere nötigen können, mehrere überzählige Finger und Zehen zu bilden, ja, Fischel konnte

die Bildung einer zweiten Linse im Auge veranlassen; und Morgan u. A. gelang es sogar, Tiere auf dem Wege der Regeneration zur Bildung von zwei Köpfen zu zwingen. Auch die Regeneration von Fühlern statt entfernter Augen nach C. Herbst und die Bildung linker Gliedmassen auf der rechten Körperhälfte (Przibram) gehört hierher.

Das sind überaus unzweckmässige regulatorische Leistungen, welche statt auf zwecktätiges Geschehen deutlich auf mechanistisches Eingeschränkt- und Bedingtsein der Regeneration hinweisen. Als letztes entspricht es auch nicht unserer Auffassung von einem zwecktätig gestaltenden Agens, dass gerade bei uns Menschen, die wir uns für die höchsten, zweckmässigsten Lebewesen halten, das Regenerationsvermögen am geringsten von allen Lebewesen ist. Uns wächst kein abgetrennter Arm, auch kein Finger, kein Muskel nach; nicht einmal die Haut stellt sich in normaler Weise wieder her, sondern heilt nur unvollkommen unter Narbenbildung. So sehr jemand sich den Ersatz eines fehlenden Gliedes wünschen mag, es ist vergeblich; bei den Tritonen aber geschieht dies in vollkommener Weise. Gerade bei uns ist die ganze Entwicklung am meisten in typische Bahnen gebannt, am festesten mechanisiert.

Ich bin fest überzeugt, dass, wie das typische Entwicklungsgeschehen, so auch alles regulatorische Geschehen in den Organismen durchaus dem Kausalgesetz untersteht. Und so überraschend neue Entdeckungen uns auch noch auf organischem und anorganischem Gebiete bevorstehen, deren Möglichkeit uns die Entstehungsweise des Heliums und die wunderbaren Leistungen des Radiums erst neuerdings wieder vor Augen gestellt haben, an einem müssen und dürfen wir Naturforscher, trotz des in letzter Zeit wieder neu erwachten philosophischen excessiven Skeptizismus, unveränderlich festhalten, an dem, was die Vorbedingung der Möglichkeit aller Erkenntnis überhaupt ist, das ist die ewige Gültigkeit des Kausalgesetzes.[1])

1) Wegen Beschränkung in der Zeit des Vortrages musste vieles Wesentliche wegbleiben. Die ausführlichere Publikation erfolgte im Verlage von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

II.

Die deutsche Südpolarexpedition, ihre Aufgaben. Arbeiten und Erfolge.

Von

Dr. H. Gazert.

Seit dem Erscheinen unserer Berichte über den Verlauf und die Arbeiten der deutschen Südpolarexpedition ist die Bearbeitung des mitgebrachten Materials noch nicht so weit vorgeschritten, dass ich in irgend einer Richtung Abschliessendes bringen könnte; ich will daher bei der Kürze der Zeit nur über die Aufgaben sprechen, welche unsere Expedition hatte, über die Hindernisse und Schwierigkeiten, welche diesen im Wege standen, sowie über die Resultate, welche wir dabei erreichen konnten.

Man kann zwei Arten in der Methode der Polarforschung unterscheiden. Die eine besteht in Arbeiten auf einer festen Station und ist wesentlich geophysischer und biologischer Art. Sie gipfelt in der Idee Weyprechts, der davon ausging, dass alle Orte innerhalb des Polargebiets annähernd gleichwertig seien, und dass es mehr darauf ankomme, an möglichst verschiedenen Punkten gleichzeitig zu beobachten, als irgend einen bestimmten Punkt im Polargebiet zu erreichen.

Die zweite Art betont mehr die geographische Seite, die Grenzen von Wasser und Land, die Formen und Erstreckung der Küsten, die Ausdehnung des Binnenlandes; sie bedingt eine möglichst grosse räumliche Ausdehnung des Arbeitsgebietes und erreicht ihr Extrem in dem Wunsche, den Pol selbst zu erreichen, ein Extrem, das bei manchen mehr auf dem Gebiete des Sports zu suchen ist als auf dem der exakten wissenschaftlichen Forschung.

Die deutsche Südpolarexpedition und die anderen Expeditionen, die gleichzeitig mit ihr draussen waren, hatten ein Forschungsprogramm, das eine Verbindung der beiden genannten Methoden darstellte. Es

lautete: im Polargebiet zu Schiff weitmöglichst vorzudringen, innerhalb desselben an einer Stelle zu überwintern, welche die Möglichkeit bot, während einer Jahresperiode Beobachtungen geophysischer und biologischer Art zu machen. Rein geographische Forschungen sollten auf einer darauf folgenden Sommerfahrt und auf Schlittenreisen gefördert werden.

Aus diesem deutschen Unternehmen wurde ein internationales, welches durch die gleichzeitig um den Pol gelegenen wissenschaftlichen Stationen demjenigen des Jahres 1882/83 glich. Der Plan des internationalen Zusammenwirkens war folgender: Die deutsche Expedition sollte im Süden von Kerguelen vordringen und überwintern, die englische im Rossmeer und zwar in der Mac Murdo-Bay den Winter zubringen. Im Süden von Südamerika hatten die Schweden die Aufgabe, in der Nähe des Grahamlandes zu überwintern. Zugleich sollten an mehreren Orten der südlichen Halbkugel Stationen eingerichtet werden, welche die Verbindung mit den Kontinenten herzustellen hatten. Hierzu war von deutscher Seite die Kerguelen-Station bestimmt. Die Argentinier beobachteten auf der Staateninsel südlich von Kap Horn, die Engländer in ihren Observatorien im Kapland, in Australien und Neuseeland. Allen Schiffen, die südlich von 30° zu gehen beabsichtigten, wurden Beobachtungsformulare mitgegeben für meteorologische Aufzeichnungen. Es war somit von allen Seiten der Pol von Stationen umgeben.

Dieses Programm zeigt, dass eine starke Betonung auf die Stationsarbeit gelegt wurde; es galt daher, einen Ort zu finden, welcher den gewünschten Anforderungen entsprach, einen Hafen, in dem man ungestört ein Jahr lang liegen und arbeiten konnte. Das ist im Südpolargebiet jedoch schwierig, ja man kann sagen, reine Glückssache. Denn um die Küsten des Polarlandes liegt ein dichter Gürtel von treibendem Scholleneis und Eisbergen, welcher zunächst zu durchbrechen ist. Hierfür muss man die richtige Jahreszeit wählen, welche nach unseren Erfahrungen Mitte Februar ist. Nämlich als wir am 14. Februar 1902 die Scholleneisgrenze erreicht hatten, wurde uns dieses zunächst zwar ein absolutes Hindernis in der Richtung auf Terminationisland; es gelang uns aber, etwas weiter westlich den Scholleneisgürtel zu durchbrechen und durch offene Lücken nach Süden vorzustossen, bis wir die Küste erreichten. Auch im Jahre darauf erkannten wir den Februar als den besten Eismonat, wie es übrigens im Norden auch der August ist. Auch sahen wir, als wir am Morgen des 21. Februar 1902 vor dem neu entdeckten Kaiser Wilhelmland standen, dass seit dem Aufbrechen der Eisschollen hier nur Tage vergangen sein konnten. Sie hatten frisch gebrochene Ränder und unterschieden sich deutlich von den Eisschollen, welche seit längerer Zeit umhertreiben, wie wir sie die Tage vorher und auch das Jahr darauf genugsam kennen gelernt haben.

Gelingt es nun auch, die Küste zu erreichen, so ist damit doch noch nicht gesagt, dass man auch einen günstigen Winterhafen findet; denn die Küste von Wilkesland wie die des Kaiser Wilhelmlandes ist wenig gegliedert. Das Land ist unter ewigem Eis begraben, das in einer Steilwand von 20 bis 50 m in das Meer abstürzt; es hat demnach keinerlei Ähnlichkeit mit den buchten- und fjordreichen Nordpolarländern. Sonach ist es sicher, dass an dieser Küste wenig Stellen sein werden, in welchen man Schutz findet. Meistens wird man den Strömungen des Meeres ausgesetzt bleiben, in welchen auch das Eis hin- und hertreibt. So lag auch unsere Station in keinem Hafen. Wir haben sie uns nicht aussuchen können, der Sturm, der das Eis um uns am Tage nach Erreichen des Landes zusammentrieb, brachte uns an eine Stelle hin, an der wir Festigkeit fanden. Das war es, was wir brauchten, wenn es auch kein Hafen war, und so verdankten wir die günstige Lage unseres Winterquartiers dem Faktor, mit dem der Polarreisende mehr als irgend ein anderer zu rechnen hat, dem Glück.

Unser Winterquartier lag noch etwas nördlich vom Polarkreis und ungefähr 85 km von der Küste entfernt, wurde aber fest in seiner Lage gehalten durch eine Eiszunge, die sich westlich des „Gaussbergs“ von der Küste aus nach Norden hinzog und etwa in der Breite des Winterquartiers ihr Ende erreichte. Wir nannten diese Eismasse das Westeis. In diesem Winkel des Westeises mit der Küste, unterstützt von einer Anzahl gestrandeter Eisberge, vermochte sich das Eis nahezu ein Jahr lang zu halten. Das Schiff lag nahe der äusseren Grenze des festen Eises; nur etwa 6 km östlich von ihm entfernt war auch im Winter das Eis in fortwährender Bewegung. Die Ausdehnung desjenigen Eises, das im Jahr vorher aufgebrochen war und das Jahr darauf wieder aufging, betrug nach Süden von unserem Winterquartier keine 10 km. Weiter nach Süden, vor allem aber in der Nähe des Gaussbergs, lag das Eis schon seit langer, langer Zeit fest; wie lange, ist nicht zu sagen. Nach der Langsamkeit der Bewegung des Inlandeises, nach der grossen Anzahl von Eisbergen, die in mehreren Reihen so, wie sie sich vom Inlandeis losgelöst haben, ohne gestrandet zu sein, im Eise festliegen, darf man annehmen, dass viele Jahrzehnte vergangen sind, seitdem die Küste einmal eisfrei gewesen ist. Ein Schiff, das in einem sogenannten günstigen Jahre hier eindringen würde, kann für unberechenbare Zeit eingeschlossen werden.

Unsere Station lag noch 30 Breitenminuten, d. h. etwa 57 km nördlich vom Polarkreis, die Küste etwas südlich desselben; die Verhältnisse, die wir hatten, waren aber so polar wie möglich. Die Station bot infolge ihrer Lage, in grösserer Entfernung von der Küste, auf einem Meere von 385 m Tiefe, für manche geophysischen und biologischen Beobachtungen gewisse Vorzüge, die ich später erwähnen werde.

Die Arbeiten auf einer polaren Winterstation unterscheiden sich

wesentlich von den entsprechenden in unserem Klima. Dem Biologen friert der Fang ein, ehe er ihn in Sicherheit hat, und um überhaupt Netze und Reusen auslegen zu können, müssen die Löcher im Eise immer wieder von dem Schnee und Eis befreit werden, welche Stürme und Kälte hier ablagern. Als der Geologe sich im Winter dem Studium des Wassers in verschiedener Tiefe widmen wollte, setzte der stark durchkältete Wasserschöpfer schon beim Hinablassen Eis an. Hatte man ihn aber vorher erwärmt, so fror das Wasser, wenn man es im Freien abzulassen versuchte. Es blieb nichts anderes übrig, als jedesmal den schweren Wasserschöpfer ins Schiff mit hinein zu nehmen, und dann dauerte es noch geraume Zeit, bis die gefrorenen Ventile wieder in Ordnung waren.

Schlimmere Hindernisse als die Kälte boten die Stürme. Während derselben waren im Winter die selbsttätigen Registrierapparate für Feuchtigkeit und Temperatur nicht zu gebrauchen; der feine Schnee fand seinen Weg bis hinein in das Uhrwerk. So mussten wir stündlich selbst beobachten. Die Schiffsoffiziere, Herr Dr. Philippi und ich teilten uns in diesen Dienst, der auch beim schlechtesten Wetter versehen werden musste, und auch der Magnetiker musste bei jedem Wetter mehrmals täglich den oft recht unangenehmen Weg zu seinem Observatorium machen, um seine Instrumente zu versehen. Die ersten magnetischen Observatorien waren aus Eisblöcken erbaut, die Stürme begruben aber geradezu dieselben und drückten die Schollen tiefer ins Wasser, so dass dieses in den Beobachtungsraum eintrat. Lange Zeit musste der Beobachter seinen Dienst in Seestiefeln versehen bis zur Fertigstellung des neuen Observatoriums, das in einen kleinen Eisberg eingehauen war. Die astronomischen Arbeiten mussten eine Zeit lang ganz unterbleiben, weil der Himmel nicht klar wurde. Auch die Pendelbeobachtungen erforderten viel Geduld; während sie in der Heimat nur wenige Tage beanspruchen, brauchten sie hier ebenso viele Wochen.

Die grösste Schwierigkeit aber im allgemeinen für Arbeitsfreude und Arbeitsgeist bietet die Monotonie des Polarwinters, die sich wie ein Bann auf alle Gemüter legt. Die Stürme fesseln den Reisenden an das Schiff, und mit nur geringen Unterbrechungen währt diese Sturmzeit 5 Monate. Man verlässt das Schiff nur, um den nötigsten Dienst auszuführen. Beim Gehen durch die treibenden Massen des Schnees muss man gegen die Gewalt des Sturmes ankämpfen; er peitscht den Schnee ins Gesicht, benimmt den Atem und verhindert jegliche Orientierung. Wir waren gezwungen, um den Weg zu finden, ein Kabel zu spannen, an dem man sich am hellichten Tage entlang tasten musste, gerade wie in der stockfinsteren Nacht. Gute Tage gab es nur wenige, und so spielte sich denn diese Zeit über das ganze Leben im Innern des Schiffes ab. Die Tätigkeit ist nur gering, und die, die man sich künstlich schafft, bringt wenig Befriedigung. Es fehlt an Zerstreuung und

geistiger Erfrischung; Gemütsdepressionen und seelische Störungen der verschiedensten Art sind häufig. Mir ist es nun verständlich geworden, dass bei Polarüberwinterungen gar nicht selten Geisteskrankheiten vorgekommen sind; wir sind gottlob davon verschont geblieben. Man kann ruhig behaupten, dass die psychischen Strapazen einer Polarüberwinterung die körperlichen übertreffen, ja, dass eine Schlittenreise mit ihren starken körperlichen Anstrengungen durch die Abwechselung, die sie dem Geiste bietet, eine angenehme Unterbrechung des monotonen Lebens an Bord ist. Unter Krankheiten haben wir nicht gelitten, vor allem sind wir von dem Skorbut verschont geblieben. Unsere Verproviantierung, welche neben Fleisch und reichlichen Gemüsekonserven auch in reichlichen Kompotts aller Art bestand, hat sich gut bewährt, und wir genossen ausserdem möglichst viel frisches Fleisch von Robben und Pinguinen. Es wurden allerdings, in geringen Mengen und nicht täglich, auch alkoholische Getränke verabreicht, welche sich als gute Mittel für die Stimmung und Geselligkeit erwiesen. Nur wenige und geringfügige Gesundheitsstörungen waren zu verzeichnen, zu denen schlechter Schlaf, Appetitlosigkeit und nervöse Reizbarkeit gehören. Wunden heilten ohne Eiterung, aber äusserst langsam; ebenso wuchsen Haar und Bart nur langsam nach. Einen Katarrh hatten wir nicht mehr beobachtet, seitdem wir die Zivilisation hinter uns hatten, und lernten ihn erst wieder in Kapstadt kennen, trotzdem Durchnässungen, besonders im Sommer, ausserordentlich häufig waren.

War der Winter für uns eine trübe Zeit gewesen, so schaffte uns der Sommer reichlichen Ersatz, in dessen schönen klaren Tagen alles wieder auflebte und Arbeitslust und Schaffensfreude sich wieder steigerten.

Über die von uns erlangten Resultate auf der Winterstation will ich mich kurz fassen. Der Zoologe untersuchte die Tierwelt des Meeres von der Robbe und dem Pinguin bis zu den kleinen einzelligen Wesen. Insbesondere widmete er sein Augenmerk der kleinen willenlos mit der Strömung treibenden Tier- und Pflanzenwelt, dem Plankton. Alle 14 Tage wurden mit Hilfe feiner Netze die Fänge gemacht und so der noch völlig unbekannte Wechsel in der Produktion des südlichen Polarmeeres studiert. Untersuchungen dieser Art lagen auch für die nördlichen Meere bisher noch wenig vor, für die südlichen sind sie neu.

Auf meteorologischem Gebiete wurde festgestellt, dass der mittlere Luftdruck südlich von 64° wieder ansteigt. Für andere Gegenden lagen zwar schon solche Beobachtungen vor, für dieses Gebiet bringen wir die ersten genaueren mit. Es liegt über dem antarktischen Kontinent ein Gebiet hohen Luftdrucks, das seine Grenzen im Sommer und Winter verschieden weit nach Norden ausdehnt. Südlich der Westwindregion folgt bald eine fast absolute Herrschaft östlicher Winde. Diese östliche Richtung ist infolge der Erdrotation aus einer südlichen entstanden. Obwohl die

Luftmassen ursprünglich aus dem Süden kommen, sind sie auffallender Weise nicht kalt, sondern warm und trocken, wodurch die Winde sich als echte Fallwinde charakterisieren, gleich dem Föhn unserer Alpen, wie es noch deutlicher am Gaussberg, d. h. an der Küste selbst zu beobachten war.

Die Temperatur auf der Station war im Verhältnis zu der geringen Breite sehr niedrig und betrug im Jahresmittel — 11,5 °, erreichte ihr absolutes Minimum im August mit — 40,8 °, ihr Maximum im Januar vorübergehend mit + 3,5 °.

Auch der Magnetiker hat trotz der vielen Störungen vorzügliche Resultate zu verzeichnen. Ich bin nicht Fachmann und kann auf diesem Gebiete nicht genaue Auskunft geben. Aber auch für den Laien ausserordentlich instruktiv sind einige der Kurven, aus denen in markanter Weise der Einfluss der Jahreszeit, d. h. des Sonnenstandes sich erkennen lässt.

Die magnetischen und die Pendelbeobachtungen sind noch dadurch wertvoll, dass sie fernab vom Lande auf dem Meere gemacht sind. Auch die Gezeitenbeobachtungen sind hierdurch interessant, da dieselben fast reine Hochseegezeiten darstellen, deren Studium man heute so lebhaft erstrebt. Dann widmeten wir uns dem Studium des Eises, insbesondere demjenigen der zahlreichen Eisberge unserer Umgebung, welche zum Teil gekentert waren und deshalb von der Oberfläche bis zur Unterfläche studiert werden konnten. Proben der Luft und des Wassers, zum Teil unterwegs bereits analysiert, wurden mitgenommen, um sie zu Hause genauer auf Gase, bezw. Salze zu untersuchen. Bakteriologische Untersuchungen ergaben, dass der Keimgehalt des Meerwassers ausserordentlich gering ist, indem ich öfter sogar vollkommene Keimfreiheit in 30 ccm Wasser fand. In stark durch Küchenabfälle und Hundeexkremente verunreinigtem Wasser dagegen waren trotz der niederen Temperatur von — 1 bis + 1 ° zahlreiche Keime vorhanden, und hier konnte ich auch denitrifizierende Bakterien nachweisen, was mir sonst in dieser Gegend nirgends gelungen ist. Nitrifizierende Bakterien habe ich nicht gefunden. Die Luft war frei von Keimen. Im Dickdarm der Robben waren stets Bakterien vorhanden; bei Pinguinen und Sturmvögeln konnte ich aber nur ausnahmsweise Bakterien nachweisen. Die Bakterien haben auch im Polargebiet trotz der für sie ungünstigen Temperaturverhältnisse ihre wichtige Rolle im Haushalte der Natur.

Ich komme nun zu dem zweiten Teil unseres Programms, zu den geographischen Aufgaben.

Es ist Ihnen bekannt, wie seit Jahrzehnten Seine Exzellenz Prof. v. Neumayer auf die Notwendigkeit der Erforschung des Südens hingewiesen und dabei die Route südlich von Kerguelen betont hat. Er schloss wesentlich aus der Seltenheit von Eisbergen in dieser Gegend,

dass zwischen Wilkesland und Kempsland entweder gar kein Landzusammenhang existiere oder doch die Küste weit nach Süden zurücktrete, mithin dort ein Meer wäre, in welchem eine Strömung nach Süden setzte. Der dortige Vorstoss des Challenger im Jahre 1874, welcher bei gutem Wetter mühelos bis über den Polarkreis hinaus gelang und zu keiner Landsichtung führte, schien diese Theorie zu bestätigen. Dieses Gebiet zwischen Wilkesland und Kempsland wurde unser Arbeitsfeld, und zwar wählten wir zu seiner Erforschung den Weg von Osten nach Westen. Dieses geschah, weil wir so an der Stelle mit unseren Forschungen beginnen konnten, wo Wilkes aufgehört hatte, dann aber vornehmlich, weil wir mit östlichen Winden rechneten, welche die Ostseite des vermuteten Meeres eher vom Eise freihalten könnten als die Westseite, d. h. als die Gegend von Kempsland. Existierte aber eine weiter nach Norden vorgeschobene Küste, und war somit kein schiffbares Meer vorhanden, so konnte sich bei ostwestlichem Kurse hier für ein Schiff, das in erster Linie Segelschiff war, Gelegenheit bieten, an der gefundenen Küste in der Richtung des Windes, also von Ost nach West entlang zu fahren und so eine Landverbindung mit Kempsland direkt zu erweisen. Ausserdem bot die Kerguelen-Route an sich den Vorteil, dass sie unter allen Umständen Neues bringen musste, da dort noch nie ein ernstlicher Vorstoss versucht war, wie es sich dann auch in der Entdeckung des Kaiser Wilhelmlandes gezeigt hat.

Dieses Land mit seiner ostwestlich streichenden Küste schloss naturgemäss ein weiteres Vordringen mit dem Schiff nach Süden hin aus, so dass jene Gegend demjenigen kein willkommenes Arbeitsfeld sein wird, welcher den Zweck einer Polarexpedition lediglich in der hohen Breite erblikt. Mit Schlitten war es natürlich möglich, von der Küste her über das Inlandeis einen weiteren Vorstoss nach Süden zu machen, zumal dieses keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bot, doch bin ich überzeugt, dass diejenigen, welche bei Forschungen bis 67°, wo die Küste lag, die Nase rümpfen, das auch bei 70° oder 75° getan haben würden, bis wohin wir im Maximum mit Schlitten hätte vordringen können. Auch hatten solche Schlittenreisen dort wenig sonstigen Zweck, weil unser räumliches Wissen durch sie kaum erweitert worden wäre, indem wir dabei nach Süden hin weder einer Küstenlinie folgen konnten, noch einem Gebirgszuge, wie es den Engländern beschieden war, sondern lediglich der unsichtbaren Linie eines Längengrades auf einer langsam ansteigenden Eisdecke. In geophysischer Beziehung wäre dabei vielleicht manches zu finden gewesen, wie z. B. durch ein weiteres Studium der föhnartigen Winde, die ihren Ursprung von der Höhe des Inlandeises nehmen, und auch über Eis- und Schneeverhältnisse des unbekannten Innern hätte man Neues erfahren können, im ganzen aber nicht wesentlich mehr, als man schon am Rande sah, und

man hätte dazu für eine Reise nach möglichst hoher Breite die Kräfte der Expedition stark beanspruchen und damit viele, wichtigere Arbeiten versäumen müssen.

In dieser Beziehung war die englische Expedition eben gänzlich anders gestellt durch den Gebirgszug, welchen sie nach Süden verfolgen und in dem sie wichtige, markante Züge des Kontinents festlegen konnte, sowie in der grösseren Besatzung, welche die unsrige um 24 Mann übertraf. Mit diesen hat sie Proviantdepots vorschieben und lange Schlittenreisen anstellen können, ohne dabei andere Arbeiten zu versäumen, während die Nachteile einer grösseren Besatzung, die in umfangreicherer Ausrüstung, namentlich an Proviant, und damit in einem grösseren, im Eise weniger handlichen Schiff bestehen, sowie in der Schwierigkeit, eine grössere Anzahl von Menschen im Polarwinter zu beschäftigen und gesund zu erhalten, deshalb weniger fühlbar waren, weil die englische Expedition unmittelbar an schon früher bekanntem Lande lag, wo man mit Gewissheit hinkommen und auch Ersatz erhalten konnte.

Für uns wäre weniger eine Reise nach Süden als eine solche längs der Küste nach Osten oder Westen in Betracht gekommen, da wir die Küste aber nach Osten hin bereits durch unsere früheren Sichtungen vom Gauss her für längere Strecken kannten und nach Westen hin das Gleiche für den nächsten Sommer vorhatten und auch ausführten, lagen hier keine geeigneten Probleme für Schlittenreisen vor, zumal wir dieselben zeitlich nicht auf den Sommer legen konnten, wie die Engländer. Diese lagen fest am Lande, so lange sie wollten, während der Gauss vor einer offenen Küste weit von ihr entfernt und dazu auch in grosser Nähe des ständig bewegten, treibenden Meereises lag, mithin bereits für den Frühsommer ein Aufgehen seiner Umgebung und damit eine Abtrift ins Unbekannte zu erwarten und auch zu erhoffen stand.

So kamen für uns bei Schlittenreisen keine ausgedehnten Vorstösse nach Süden, sondern intensive Arbeiten an dem von uns gefundenen Gaussberg und an der Küste rings herum in Betracht, die denn auch durch eine Zeit von insgesamt 4 Monaten unter den schwierigen Verhältnissen der schlechteren Jahreszeit und des Eises mit bestem Erfolge ausgeführt worden sind.

Der Gaussberg ist eine 350 m hohe vulkanische Quellkuppe, welche unmittelbar in der Küstenlinie liegt. Ihm verdankten wir die Möglichkeit, die Oberfläche des Inlandeises überhaupt zu ersteigen, da dieses sonst in einem mächtigen, unüberwindlichen Steilabsturz endigt. So bildete er eine vorzügliche Basis und eignete sich zur Gründung einer Zweigstation für meteorologische, magnetische und biologische Zwecke, welche, je länger man ihren Betrieb ausdehnte, ein um so wertvolleres Vergleichsmaterial zu den Beobachtungen an dem Winterquartier gab. Die Strecke vom Schiff bis zum Gaussberg war

mit leichten Schlitten bei gutem Wetter in 3 bis 4 Tagen zurückzulegen, der Stürme wegen haben wir aber dazu 6 und auch bis zu 10 Tagen gebraucht, indem wir bis zu 4 Tagen deshalb im Zelte still liegen mussten, wobei man, wie Payer sich ausdrückt, nur gezwungen aus Rücksicht auf sich und seine Kameraden für Momente das Zelt verlässt.

Die Schlittenreisen boten auch reichliche körperliche Anstrengungen, weil die Schlitten schwer beladen waren und vom Aufsitzen nur selten die Rede sein konnte. Die Hunde gehen viel von der Spur ab, der Schlitten klemmt sich zwischen geschraubten Eisschollen fest oder bleibt in einer Schneewehe stecken, falls er nicht ganz umgeworfen wird. Dann muss der Schlittenführer ihn wieder heben und in Gang bringen. Kaum ist das geschehen, so stürmen die Hunde den Vorausgegangenen nach, so dass es Mühe und Anstrengung kostet, mit ihnen Schritt zu halten und eine neue Katastrophe zu verhüten, die aber gewöhnlich doch bald wieder eintritt. Selbstverständlich musste während einer solchen Reise die wissenschaftliche Arbeit zurücktreten. Dazu gab erst die grössere Ruhe am Gaussberg Gelegenheit. Aber auch diese Arbeiten am Gaussberg waren kein Kinderspiel. In den Spalten des Meereises wurde gefischt und gelotet, wobei in der eisigen Kälte und bei schneidendem Wind das Hantieren mit den nassen Leinen und Netzen recht empfindlich war. Ich habe unsere Leute bewundert, die das trotzdem lange anstellen konnten, und man begreift nicht, dass menschlichen Fingern das möglich ist. Aber schwere Erfrierungen sind dennoch nicht vorgekommen, nur solche zweiten Grades, die wohl andauern konnten, aber glücklich verliefen.

Der Magnetiker hatte am Gaussberg einen kellerartigen Raum in eine Schneewehe hineingegraben, um ein Observatorium zu haben. Als die Apparate darin gerade in Betrieb kamen, sank die Decke ein infolge der Wärme der Registrierlampen, doch ist es trotzdem gelungen, eine Reihe von Kurven zu erhalten. Noch schwieriger war die Vermessung des Inlandeises, bei der ich vielleicht noch den besseren Teil erwischte, nämlich Bambusstangen an den verschiedenen Stellen des steilen Berges aufzustellen, die der Sturm aber gewöhnlich bis zum nächsten Tag wieder umgeworfen hatte, weil das spärliche Material an Steinen nicht genügte zu einer dauernden Befestigung. War es auch manchmal recht anstrengend, bei stürmischem Winde die Schutthalden täglich auf und nieder zu steigen und schwere Steine aus grösseren Entfernungen heranzuschleppen, so war das immer noch eine Annehmlichkeit gegen die Arbeit auf dem Inlandeise selbst. Das Stillstehen am Theodolithen bei heftigem Winde in einer Kälte von etwa -20^{0}, das Einstellen der zu vermessenden Punkte, während Wind und Kälte die Tränen in die Augen treiben, das Handhaben der feinen Schräubchen meist mit blossen Fingern ist eine Aufgabe. zu deren Lösung eine

grössere Energie gehört als zu einem blossen Vorstoss auf grosser Schlittenreise. Solche Arbeiten sind mit gutem Erfolge am Gaussberg durchgeführt worden, und in der Heimat hat kaum einer eine Ahnung davon, was dazu gehört hat.

Was die Resultate dieser Gaussbergarbeiten betrifft, so fanden wir den Luftdruck entsprechend der südlicheren Lage im Mittel höher als an der Winterstation; die Temperatur war ebenfalls höher und die Luft auffallend trocken. Wir haben weniger als 30 Proz. relative Feuchtigkeit dort beobachtet. Unsere durch den eingedrungenen und dann aufgetauten Schnee durchnässten Schlafsäcke und Kleidungsstücke trockneten dabei auffallend schnell. An dem Haus aus Eis, das wir im Herbst bewohnt hatten, waren die Blöcke bis zum Frühjahre zum Teil der Verdunstung anheimgefallen und das Haus zur Ruine geworden. Auch auf der Oberfläche des Inlandeises war die Wirkung der Trockenheit erkennbar, da sie in 5 Monaten des Winters etwa 4 cm durch Verdunstung verloren hatte. Die Ursache dieser Trockenheit ist der bereits erwähnte föhnartige Wind, der am Gaussberg wesentlich anders auftritt als weiter draussen bei unserem Winterquartier.

Der Geologe sammelte reichliches Gesteinsmaterial und untersuchte den Berg in seinem Aufbau. Letzterer ist, wie gesagt, eine vulkanische Quellkuppe aus basaltischer Blocklava, den einstmals das Eis ganz überzogen hat, da sich auf seinen Hängen bis zu seinem Gipfel hinauf erratische Blöcke meist aus Granit und Gneis verstreut vorfanden. Interessant ist die Art der Verwitterung an diesen Blöcken, welche Löcher von der Stärke eines Fingers bis zu der einer Faust zeigen, die manchmal so dicht sind, dass ihre Oberfläche Ähnlichkeit mit einem Wespennest bekommt. Gneis und Granit bilden augenscheinlich die Oberfläche des Landes unter dem Eis, welche die feuerflüssigen Massen des Gaussbergs durchbrochen haben, da man auch in seiner Lava eingeschlossen metamorphisierte Gesteine dieser Art findet.

Der Zoologe, welcher das ganze Jahr über das Leben des Meeres an der Station studiert hatte, konnte nun am Gaussberg auch eine reichhaltige Sammlung der unmittelbaren litoralen Fauna und Flora erhalten. Drei Flechten, welche in weisser und orangeroter Farbe die Steine überziehen, und ein Moos, zwischen dessen Fasern ich zwei Bakterienarten, eine aërobe und eine anaërobe, fand, bilden die spärlichen Organismen des festen Landes. Somit hören Tier- und Pflanzenleben mit dem Beginn des Landes auf; weiter nach Innen auf dem Eise fanden wir nichts Lebendes mehr.

Auch über die Bewegungsverhältnisse des Inlandeises, über die bisher noch nichts bekannt war, bringen unsere Arbeiten Aufklärung. Die Bewegung ist sehr langsam, viel, viel langsamer, als wir es von den Grönland- oder Alpengletschern her wissen. Da das Eis einen relativ ebenen Untergrund bedeckt, hat es auch von unseren Gletschern

abweichende Strukturformen. Die sogenannten „blauen Bänder", die so charakteristisch für die Alpengletscher und die grönländischen Eisströme sind, waren in typischer Entwicklung nur in nächster Nähe des Gaussbergs zu finden, während sonst auf dem Inlandeis die echte Firnschichtung vorherrschte. Die ausgedehnten Eisbergstudien bei unserer Winterstation aber führten zu dem Ergebnis, dass diese „blauen Bänder" auch in den dem Untergrund nahe liegenden Eisteilen vorhanden sind, d. h. überall da, wo die inneren Bewegungsvorgänge am grössten sind.

Eine auffallende Bildung war das Westeis, an das sich, wie erwähnt, das Meereis unserer Station anlehnte. Es fiel nur an einigen Stellen als Steilwand ab, meist waren die Ränder sanft geneigt, so dass man sogar mit Schlitten hinaufgelangen konnte. Seinen Zusammenhang mit dem eigentlichen Inlandeis haben wir im einzelnen nicht mehr feststellen können, jedenfalls schwamm es aber in seinem nördlichen Teil und machte hier alle Schwankungen der Gezeiten mit, während das Inlandeis auf festem Boden liegt. So machte es ganz den Eindruck einer toten, bewegungslosen Masse, eines Mitteldings zwischen Eisberg und Inlandeis.

Wir hatten bald ein volles Jahr an unserer Überwinterungsstelle zugebracht, und die Lage, die durch die Nähe des beweglichen Eises ursprünglich so unsicher erschienen war, schien nun nur zu sicher und fest zu sein. Das offene Wasser in Ost kam nicht näher heran. Die Luftwärme war auch im Sommer nur gering und stieg nur vorübergehend bis zu + 3,5 °. Ein Tagesmittel über 0 ° hatten wir nur an etwa 10 Tagen zu verzeichnen. Zwar kommt die Strahlenwirkung der Sonne hinzu, die überall Schmelzwassertümpel auf dem Eis entstehen lässt, doch die grossen Mengen Eis, die durch die Kälte und durch Umwandlung aus Schnee entstanden sind, stehen in keinem Verhältnis zu den geringen Mengen, welche der Sommer wieder in Wasser zu verwandeln vermag. Durch Auftauen des Eises wird dort kein Schiff wieder frei. Nur schwache Stellen im Eise entstehen durch die Schmelzwassertümpel, durch die es mürbe wird und seine Festigkeit verliert.

Wir machten uns die strahlende Wärme der Sonne zu nutze durch Anlegen einer Schuttstrasse. Abfälle aller Art, vor allem Asche, wurden in Form einer Strasse vom Gauss aus nach Ost und West gestreut, in der Richtung, in welcher wir die grösste Hoffnung auf Freiwerden hatten. Die Wirkung war sehr gut, besonders diejenige der Asche, welche tief in das Eis einschmolz, so dass ein breiter Kanal entstand, der nach unten immer noch durch eine Eisschicht von dem Meerwasser getrennt war. Diese aber war so dünn, dass, als das Eis zum Brechen kam, es längs der Strasse brach. Mit künstlichen Hilfsmitteln, Sprengen, Sägen, war nichts zu erreichen gewesen, weil das Eis dafür zu dick war. Als wir eingeschlossen wurden, war es 4—6 m dick gewesen, es wuchs

aber auf 7—8 m an, und in Nähe des Schiffes wurde es mit dem Eisbohrer auch bei 13 m noch nicht durchbohrt.

Am 31. Januar 1902 war plötzlich eine Veränderung in unserer Umgebung vor sich gegangen; eine Spalte in 600 m Entfernung, westlich vom Gauss, die bereits seit dem September bestand, begann breiter zu werden. An den Eisbergen bildeten sich Spalten, und von der Tonne des Grossmastes aus konnte man sehen, wie das Eis, das noch am Morgen eine zusammenhängende Decke gebildet hatte, sich in Schollen auflöste. Wenn wir auch trotz der vorgerückten Jahreszeit die Hoffnung hierauf nicht aufgegeben hatten, so kam doch das Aufgehen des Eises momentan unerwartet, wie man daraus ersehen kann, dass Dr. Bidlingmaier und der zweite Offizier Ott zu dem offenen Wasser im Osten hinübergefahren waren, als das Aufbrechen erfolgte, und nur noch mit Mühe zurückkamen. Der Gauss selbst blieb zunächst noch fest in einem Feld, welches 2, beziehungsweise 4 km Ausdehnung hatte, und lag etwa 600 m von seinem Rande entfernt; mit dieser Scholle trieb er noch eine Woche an der alten Stelle umher. Erst der 8. Februar brachte die definitive Befreiung, und zwar wieder plötzlich. Günstige Winde müssen die im Norden vorgelagerten treibenden Eismassen entfernt haben, so dass die Dünung des Ozeans bis zu uns eindringen konnte, und wenn die Bewegung des Wassers an sich auch nur gering war, so genügte sie jetzt doch, um das durch die Sonne mürbe gemachte Eis zu zerbrechen. Unter dem Hurra seiner Insassen glitt der Gauss längs der Schuttstrasse hinaus in das offene Wasser.

Hatten uns aber die Vorboten eines Sturmes befreit, so schloss dieser selbst uns bereits in der folgenden Nacht wieder ein, und wir trieben mit dem Eise nun langsam am Westeis entlang nach Westen und Norden. Das Eis um uns war dicht, so dass wir nur selten Gelegenheit zum Dampfen erhielten. Unsere Absicht war, nach Westen und dann wieder nach Süden bis zur Küste hin vorzudringen, um an einer Stelle, die unserem ersten Überwinterungsquartier nicht zu nahe lag, nochmals einen Winter zuzubringen. Dieses hat sich aber nicht erreichen lassen. Das Eis im Süden war dicht und auch das Jungeis schon so stark, dass es die Fahrt hemmte und wir nicht mehr wieder in Küstennähe, nicht mehr zu festliegenden Eisfeldern gelangten. Wir trieben dagegen mit dem Eis nicht nur nach West, sondern auch nach Nord der Eiskante, dem offenen Meere zu. Alle noch zwei Monate lang versuchten Vorstösse nach Süden hin wurden dadurch illusorisch gemacht.

Bei dieser Sachlage hofften wir zunächst noch im treibenden Eis überwintern zu können, da es eine feste Winterstation nicht mehr zu erreichen gelang. Die Arbeiten würden dadurch einen anderen Charakter bekommen haben als im Vorjahre, aber nicht weniger wertvoll gewesen sein. Leider war das Glück uns hierin nicht hold, weil wir immer mehr nach Norden trieben, die Dünung des Weltmeeres dabei

immer deutlicher und stärker wurde und kein Zweifel bestand, dass wir uns der äusseren Eiskante näherten. In dieser Lage aber die Überwinterung zu versuchen, war nicht angängig. Wir hätten dabei unfreiwillig in Nacht und Sturm in einer Gegend voll von Eisbergen in Bälde die äussere Kante erreicht, hätten hierauf immer gefasst sein müssen und wären so nicht zur Ruhe gekommen. Dem war unser Kohlenvorrat nicht gewachsen, da die Maschine ständig klar sein musste, und auch die Möglichkeit zu wissenschaftlicher Arbeit hätte gefehlt, So wurde am 8. April der Befehl zur Fahrt nach Norden gegeben, den wir alle mit verschwindender Ausnahme sehr ungern vernahmen. Doch erfüllte uns der dringende Wunsch, im nächsten Sommer noch einen neuen Versuch nach Süden machen zu können, welcher aus finanziellen Gründen von der leitenden Behörde dann aber nicht gewährt wurde.

Von unseren wissenschaftlichen Beobachtungen aus dieser Zeit der Drift im Eise sei nur erwähnt, dass wir aus dem Gebiet der Ostwinde in ein Gebiet wechselnder Winde gekommen waren, in die Zone des barometrischen Minimums, welches das Polarland umgiebt. Seit dem Verlassen des Westeises hatten wir kein Land mehr gesehen, die Meerestiefe hatte sich von der Flachsee des Winterquartiers schnell bis 3000 m und darüber gesenkt.

Auf unsere Ozeanfahrt sowohl bei der Hin-, wie bei der Rückreise, auf die Arbeiten und Resultate will ich hier der Kürze der Zeit halber nicht weiter eingehen. Wichtig waren dieselben für die Kenntnis der Strömungen und Meerestiefen, der Organismen darin und der Beschaffenheit des Meeresbodens, wichtig auch für die Kenntnis der Verteilung der magnetischen Kräfte. Ich will auch nicht von den Schwierigkeiten sprechen denen sie begegneten. Der Magnetiker benötigte zu einer Beoachtung, zu der er auf festem Lande eine einzige Ablesung braucht dort bei rollendem Schiff deren 60 bis 70. Die vielen misslungenen Lotungen, die unsere Vorgänger in dem stürmischen, ewig bewegten Meere südlich von 40° südl. Breite gemacht haben, worüber uns ein Blick auf die Karten belehrt, geben Zeugnis von diesen Schwierigkeiten und gaben uns das Bewusstsein, dass wir dort manches erreichen konnten, was früher nicht gelang. Unsere Route im indischen wie im atlantischen Ozean hatte die Form einer 8, deren Schnittpunkt bei Kerguelen, beziehungsweise am Aquator lag, so dass die Beobachtungen auf der einen Route diejenigen auf der anderen kontrollierten und ergänzten.

Von der internationalen Kooperation, die sich an unsere Expedition anschloss und in noch nie erreichter Vollständigkeit die Erde überzog, zu sprechen, ist noch nicht an der Zeit, weil das Material noch nicht zu übersehen ist.

Leider mussten wir bei unserer Rückkehr nach Südafrika vernehmen,

welch schweres Schicksal unsere Gefährten auf Kerguelen gehabt. Der Dampfer, der ihr Material sowie einen Teil unseres Proviants und unserer Kohlen und die Hunde nach Kerguelen brachte, hatte eine chinesische Besatzung gehabt, von der 2 Leute auf Kerguelen an Beriberi gestorben waren. Als wir Kerguelen erreichten, war dieser Dampfer schon wieder fort, wir selbst brachten dort 4 Wochen bei unseren Gefährten zu und verliessen sie im besten Wohlsein. Nach 6 Monaten etwa erkrankte Herr Dr. WERTH und wieder 2 Monate später Herr ENZENSPERGER. Ersterer hat noch schwer krank mit dem Ablösungsdampfer Sydney wieder erreicht, ENZENSPERGER ist der Krankheit auf Kerguelen zum Opfer gefallen, er, ein Mann, der eine seltene Körperstärke mit ausgezeichneter wissenschaftlicher und Herzensbildung vereinigte, ein Mann, der, wie kein anderer, für ein Unternehmen wie das unserige geeignet schien. Bis seine Körperkräfte der Krankheit unterlagen, versah er seinen Dienst. Die Schwierigkeiten, welche hierdurch den dortigen Arbeiten erwuchsen, waren gross; aber bis zum letzten Augenblick haben Gesunde wie Kranke treu ihre Pflicht erfüllt und so auch diesen Teil der Expedition unter schwersten Verhältnissen noch erfolgreich zu machen vermocht.

Ich habe versucht, Ihnen ein Bild zu geben über unsere Arbeiten während der Expedition, und wenn ich dabei auch der Schwierigkeiten gedacht habe, hat das seinen Grund in der Kritik, welche wir in der Heimat vorfanden, und die den richtigen Maßstab für unser dortiges Leben und Wirken manchmal vermissen liess. Nichts ist verkehrter, als die Arbeiten einer Expedition nur mit heimatlichem Maßstabe zu messen, nichts unrichtiger, als bei der Kritik nur die Resultate eines bestimmten einzelnen Wissenszweiges ins Auge zu fassen. Nirgends wird man so sehr bewusst, wie nahe und innig die verschiedenen Zweige der Wissenschaft sich berühren als auf einer Expedition, und so will die Expedition auch als Ganzes aufgefasst sein und als Ganzes beurteilt werden. Freilich, unsere Zeit wünscht Sensationelles, man wünscht Erzählungen von Gefahren und Abenteuern. Auch wir haben solche erlebt, aber sind nicht hinausgezogen, um sie zu suchen und die Welt dann darüber zu unterhalten, sondern um den Geheimnissen der Antarktis nachzuforschen. Wir haben das getan und auch mit vollem Erfolg getan. Und wenn wir auch unser Schiff wieder mit zurückbrachten, bei der Haupt-Expedition nicht störend unter Krankheiten litten und keinen Mann im Eise verloren, so war das eben ein Erfolg, weil es die geplanten Forschungen mit möglichst geringen Opfern durchzuführen gelang.

III.

Die Bedeutung der Verbrennungskraftmaschinen für die Erzeugung motorischer Kraft.

Von

Eugen Meyer.

Hochansehnliche Versammlung! Unsere materielle Kultur verdankt ihr Gepräge den Wärmekraftmaschinen, welche die in den Brennstoffen aufgespeicherte Sonnenenergie der Menschheit als motorische Kraft nutzbar machen. Darum ist die Frage nach der Ausnutzung der Brennstoffe in unseren Wärmekraftmaschinen auch für die Allgemeinheit von der allergrössten Bedeutung. Dem Ingenieur wird aber seine verantwortungsvolle Aufgabe, jeglicher Vergeudung der kostbaren Brennstoffschätze durch die stetige Vervollkommnung der Wärmekraftmaschinen zu steuern, nicht leicht gemacht. Wohl dient ihm dabei die Thermodynamik als Leuchte; sie zeigt ihm die Wege, auf denen ein Vordringen nutzbringend sein könnte, und setzt das Erreichte physikalisch in das richtige Licht. Aber viele der von ihr gewiesenen Wege führen doch nicht zum Ziel, denn neben der Frage nach der physikalischen Möglichkeit spielen diejenigen nach der technischen Ausführbarkeit und Zweckmässigkeit und insbesondere nach der Wirtschaftlichkeit eine so ausschlaggebende Rolle, dass erst alle diese Gesichtspunkte zusammen die Richtung angeben, in der ein Fortschritt erzielbar ist. Der Kampf, den der Ingenieur dabei mit dem spröden Stoffe zu führen hat, ist ein äusserst schwerer, gilt doch hier in vollem Masse das Wort des Dichters: Leicht bei einander wohnen die Gedanken, doch hart im Raume stossen sich die Sachen. Und es beschleicht ihn bei aller Freude an dem Erreichten auch wieder das Gefühl der Resignation; denn von dem, was physikalisch möglich erscheint, kann so wenig in die technische Wirklichkeit umgesetzt werden. Über diesen Kampf und über die dabei gewonnenen Siege Ihnen am Beispiel der thermodynamisch vollkommensten Maschine, der

Verbrennungskraftmaschine, zu berichten, ist mir die ehrenvolle Aufgabe zuteil geworden.

Unsere besten Grossdampfmaschinen verwandeln nur 13 bis 15 Prozent der Wärme, die bei der Verbrennung der Kesselkohle entwickelt wird, in Nutzarbeit. Man wird ferner nicht fehl gehen in der Annahme, dass in den meisten Dampfmaschinen mittlerer Grösse nur ungefähr 10 Proz. der Brennstoffwärme sich als Nutzarbeit wiederfinden, ja dass sich die Kleindampfmaschinen häufig mit 3 bis 4 Proz. Wärmeausnutzung begnügen müssen. Erst seit wenigen Jahren gelingt es durch die Anwendung des überhitzten Dampfes, auch in kleineren Anlagen eine bessere Wärmeausnutzung zu erzielen, eine Heissdampflokomobile von nur 50 PSe Leistung hat sogar nach beglaubigten Berichten eine Wärmeausnutzung von 15,3 Proz. erreicht und kommt also darin den besten Grossdampfmaschinen gleich.

Der Kolbendampfmaschine sind aber in neuerer Zeit zwei mächtige Gegner erstanden, welche sie aus ihrer altangestammten Stellung zu verdrängen bestrebt sind, die Dampfturbine und die Verbrennungskraftmaschine.

Die Dampfturbine scheint, soweit sich dies heute übersehen lässt, die Wärme nicht viel besser auszunützen als die Kolbendampfmaschine. Ihre grosse Bedeutung liegt vielmehr auf konstruktivem Gebiete: in ihr erzeugt der Dampf nicht eine hin- und hergehende Bewegung, die erst auf dem Umwege durch den Schubkurbelmechanismus in Drehbewegung übertragen werden müsste, sondern der Dampf wirkt unmittelbar auf ein sich drehendes Turbinenrad. Dadurch wird die Konstruktion, namentlich bei grossen Maschinensätzen, einfacher und billiger, der Raumbedarf der Maschine verringert sich wesentlich gegenüber der Kolbendampfmaschine, infolge der gleichförmigen Drehbewegung kann das Fundament viel leichter und billiger ausgeführt werden, der Schmierölverbrauch wird kleiner und die Regulierfähigkeit grösser. So arbeiten denn hervorragende deutsche und ausländische Firmen seit einigen Jahren angestrengt an der Vervollkommnung der Dampfturbine und an ihrer Einführung in die Industrie. Es hat den Anschein, als ob insbesondere in grossen elektrischen Zentralen die Kolbendampfmaschine durch die Dampfturbine gänzlich verdrängt werden sollte.

Dass die beiden soeben besprochenen Maschinengattungen eine verhältnismässig so geringe Wärmeausnutzung besitzen, ist thermodynamisch begründet, und zwar mit Rücksicht auf die Eigenschaften des Wasserdampfes und auf die in betriebsfähigen Kesseln zulässigen Dampfspannungen. Nach dem zweiten, dem Carnot-Clausiusschen Hauptsatz der Thermodynamik kann in einer technisch realisierbaren Wärmekraftmaschine nie die ganze ihr im Brennstoff zugeführte Wärmemenge in Arbeit verwandelt werden, ein Teil davon muss vielmehr stets unver-

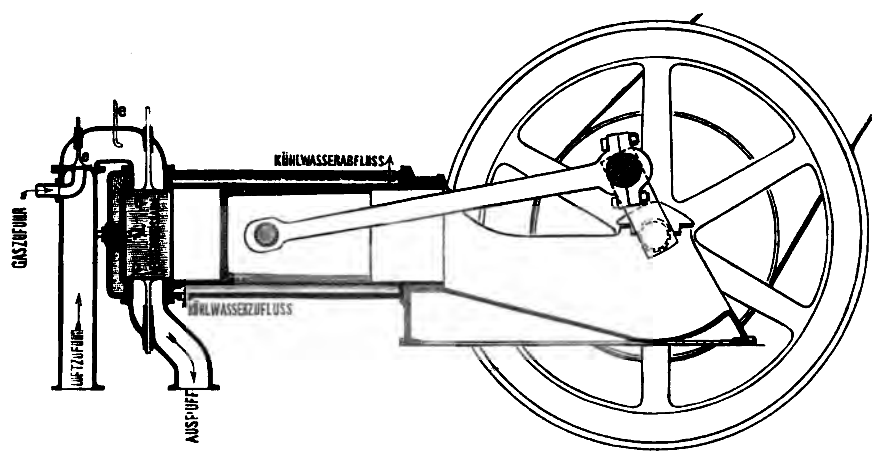
wandelt durch die Maschine gehen. Der in Arbeit verwandelte Teil ist aber um so grösser, je höher das Temperaturgefälle ist. Was unter dem Temperaturgefälle hier verstanden wird, kann ich an dem Beispiel der Dampfmaschine zeigen: Im Dampfkessel besitzt bei den grössten zulässigen Kesselspannungen der gesättigte Dampf ungefähr 200° Cels. oder allgemein $T_1{}^0$ absolute Temperatur; der aus der Dampfmaschine in den Kondensator entweichende Dampf besitzt noch eine Temperatur von mindestens 30° Celsius oder allgemein $T_2{}^0$ absolut. Nun erfolgt die Temperaturabnahme in der Dampfmaschine von 200° auf 30° dann theoretisch richtig, wenn der Dampf diesen Temperaturfall dadurch erleidet, dass er bei seiner Ausdehnung in der Maschine den Dampfkolben arbeitverrichtend vor sich herschiebt und durch diese Arbeitsverrichtung Wärme in Arbeit verwandelt. Wir haben es also auf diese Weise mit einem Temperaturfall durch arbeitverrichtende Ausdehnung zu tun, während es fehlerhaft wäre, den Temperaturfall durch Wärmeübertragung an kalte Körper hervorzurufen, weil dadurch keine Arbeit gewonnen würde. Das Verhältnis der beiden Temperaturen $\frac{T_1}{T_2}$ ist im Sinne der Thermodynamik das hier verfügbare Temperaturgefälle, und je grösser dasselbe ist, um so besser wird die Wärmeausnutzung.

Nun besitzen aber die Verbrennungsgase, die sich bei der Verbrennung der Kohle im Dampfkessel bilden, 1200—1500° Temperatur. Könnte schon von diesen hohen Temperaturen aus der Temperaturfall durch arbeitverrichtende Ausdehnung erfolgen, so stände also ein sehr viel grösseres Temperaturgefälle zur Verfügung. Den grössten Teil dieses Temperaturgefälles dadurch zu vernichten, dass man die Wärme der Verbrennungsgase durch Wärmeleitung an den Dampf von 200° überführt und den Temperaturfall durch arbeitverrichtende Ausdehnung erst bei 200° statt bei 1200—1500° beginnen lässt, heisst daher einen sehr grossen Teil der Arbeitsfähigkeit der Wärme vernichten. Und da beim Wasserdampf im Hinblick auf die zulässigen Kesselspannungen und aus anderen Gründen ein wesentlich grösseres Temperaturgefälle nicht erzielbar ist, so muss ausgesprochen werden, dass er als Zwischenträger bei der Umwandlung von Wärme in Arbeit thermodynamisch unvorteilhaft ist, so bequem er auch vom technischen Standpunkte aus hierzu sein mag.

Mit Rücksicht auf ein möglichst grosses Temperaturgefälle wird es also am aussichtsreichsten erscheinen, wenn der Temperaturfall durch arbeitverrichtende Ausdehnung schon bei den hohen Temperaturen der Verbrennungsgase beginnt, wenn daher die Verbrennungsgase selbst im Motorenzylinder arbeitverrichtend sich ausdehnen. Und dies führt schliesslich im Hinblick auf die technische Ausführbarkeit zu der Forderung, dass auch die Verbrennung und Wärmeentwicklung im Motorenzylinder selbst erfolgt. Diejenige Gattung von Wärmekraft-

maschinen, welche diese Forderung erfüllt, nennt man Verbrennungskraftmaschinen oder, da hierbei nur gasförmige Brennstoffe in Betracht kommen können, Gaskraftmaschinen, Gasmotoren. So drängen also die Folgerungen der Thermodynamik selbst zum Bau von Gasmaschinen und lassen sie thermodynamisch als viel aussichtsreicher erscheinen als die Dampfmaschine.

Es ist zunächst unsere Aufgabe, die Wärmeausnutzung in der Gasmaschine kennen zu lernen. Dazu müssen wir vorher einen Blick auf ihre Arbeitsweise werfen, wie sie von Nikolaus August Otto, dem erfolgreichsten Erfinder auf dem Gebiete des Gasmotorenbaues und dem eigentlichen Begründer der Gasmotorenindustrie, dem späteren Ehrendoktor der Würzburger philosophischen Fakultät, eingeführt wurde, und die Ihnen vom Automobilmotor her bekannt sein dürfte.



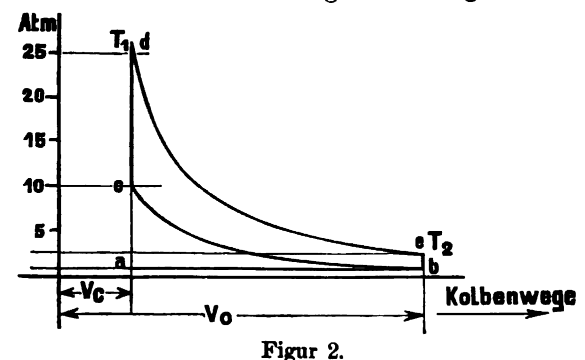
Figur 1.

Ein gusseiserner Zylinder (Fig. 1) ist nach vorn durch einen Kolben abgeschlossen, dessen hin- und hergehende Bewegung durch einen Schubkurbelmechanismus in Drehbewegung der Kurbelwelle übertragen wird. Auf der Kurbelwelle sitzt ein Schwungrad, welches infolge seiner trägen Masse imstande ist, die Bewegung der Maschine aufrecht zu erhalten, auch wenn augenblicklich eine Drehkraft nicht ausgeübt wird.

Am hinteren Ende des Zylinders befindet sich ein Raum, den der Kolben auch in seiner innersten Stellung frei lässt, der Verbrennungsraum. Er besitzt zwei Öffnungen a und b, welche durch Ventile abgeschlossen sind und von der Steuerung der Maschine rechtzeitig geöffnet und geschlossen werden können. Durch das Ventil a (Auspuffventil) können die Verbrennungsgase nach der Arbeitsverrichtung ins Freie entweichen, während durch das Ventil b (Einströmventil) ein explosibles Gemenge von Luft und Gas in den Zylinder tritt. In der

Zuleitung zum Einströmventil befindet sich das Mischventil c an derjenigen Stelle, an welcher die Gasleitung in die Luftleitung einmündet.

Während der Kolben zum ersten Mal nach aussen geht, sind das Einströmventil b und das Mischventil c geöffnet, das explosible Gemenge von Luft und Gas, d. h. die Ladung, wird dabei in den Zylinder gesogen (Ansaugehub). Bei dem nach Schluss der Ventile b und c folgenden Rückgang des Kolbens wird der Raum für die hinter dem Kolben befindliche Ladung mehr und mehr verringert, ihr Druck nimmt stetig zu, sie wird in den Verbrennungsraum hinein verdichtet (Verdichtungshub). Ist der Kolben in seiner innersten Stellung wieder angelangt, so lässt man an der Stelle d des Verbrennungsraumes einen elektrischen Funken überspringen, der die Ladung entzündet und ihre Verpuffung herbeiführt. Temperatur und Druck derselben steigen fast augenblicklich sehr hoch



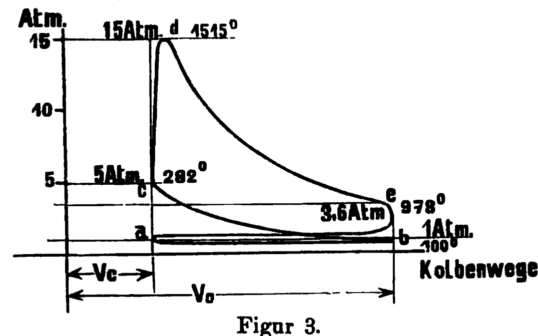
Figur 2.
Theoretisches Diagramm der Gasmaschine.

an, der Kolben wird nach aussen geschoben. Dabei nehmen infolge der Vergrösserung des Volumens die Temperatur und der Druck der Verbrennungsgase stetig ab. Wir haben hier den Temperaturfall durch arbeitverrichtende Ausdehnung, indem ein Teil der Wärme der Verbrennungsgase in Arbeit umgesetzt wird (Arbeitshub). Ist der Kolben so zum zweiten Male aussen angelangt, so öffnet sich das Auspuffventil a, die Verbrennungsgase stürzen durch das Auspuffrohr ins Freie und werden bis auf den im Verbrennungsraum verbleibenden Rest beim Rückgang des Kolbens vollends hinausgeschoben (Auspuffhub). Jetzt kann mit dem erneuten Ansaugen von frischer Ladung das Arbeitsspiel von neuem beginnen.

Somit besteht dieses Arbeitsspiel aus zwei Hin- und zwei Rückgängen, aus vier Hüben oder Takten und wird daher das Viertaktverfahren, der Viertakt, genannt. Da unter den vier Takten nur ein Arbeitstakt sich befindet, so wäre er ohne die wesentliche Hilfe des Schwungrades nicht ausführbar, denn dieses muss während dreier Takte die Drehung der Maschine aufrecht erhalten. Soll der Gang

der Maschine trotzdem gleichförmig genug sein, so muss das Schwungrad schwerer als bei der Dampfmaschine ausgeführt werden.

Den geschilderten Arbeitsvorgang kann man sich am besten graphisch veranschaulichen, indem man die augenblicklichen Kolbenwege als Abszissen und die jedem Kolbenweg zugehörigen Gaspressungen als Ordinaten aufzeichnet. Man erhält so das theoretische Schaubild der Fig. 2: Ansaugelinie ab bei atmosphärischen Druck, Verdichtungslinie bc bei stetiger Druckzunahme, Verpuffungslinie cd bei augenblicklicher grosser Drucksteigerung, Linie de für den Temperaturfall bei arbeitverrichtender Ausdehnung, Auspuffen der Verbrennungsgase und Ausstossen derselben beim Rückgang des Kolbens nach Linie eba. In Wirklichkeit ist die Gestalt des Schaubildes oder Diagramms, das durch den Indikator an der Maschine aufgezeichnet wird, etwa diejenige der Fig. 3. Ich habe darin für die 10pferdige Leucht-



Figur 3.
Diagramm der Göttinger Gasmaschine.

gasmaschine des Göttinger Institutes für technische Physik die Temperaturen und Gasspannungen an den wichtigsten Punkten eingetragen. Insbesondere ist zu erkennen, dass in dieser Maschine die Temperatur am Ende der Verpuffung, d. h. die Verbrennungstemperatur, 1515° und die Temperatur am Ende der arbeitverrichtenden Ausdehnung 978° C. beträgt.

Besonders wichtig für den Gasmotor ist, wie wir sehen werden, der Grad der Verdichtung, den die Ladung vor der Verbrennung erleidet. Er ist offenbar bedingt durch die Grösse des Verbrennungsraumes, in welchen die Ladung hinein verdichtet wird, und ist daher gegeben durch das Verhältnis des Gesamtvolumens V_o der Ladung am Ende des Ansaugens zu dem Volumen V_c des Verbrennungsraumes: Verdichtungsgrad $= \frac{V_o}{V_c}$. Die Göttinger Maschine hatte den Verdichtungsgrad 3,8, d. h. die Ladung wurde vor der Entzündung auf 1/3,8 ihres Anfangsvolumens verdichtet.

Bei den hohen, im Zylinder auftretenden Temperaturen wäre ein Betrieb der Maschine unmöglich, wenn die Wandungen des Zylinders

und des Verbrennungsraumes nicht von einem Kühlwassermantel umgeben wären. Das Kühlwasser fliesst nach Fig. 1 unten zu, oben ab.

Zu den gasförmigen Brennstoffen, die, mit Luft gemischt, ein explosibles Gemenge bilden, gehören nun auch die Dämpfe der flüssigen Brennstoffe, wie Petroleum, Benzin und Spiritus. Die Petroleum-, Benzin- und Spiritusmotoren gehören daher ebenfalls zu den Gasmaschinen. Es ist nur erforderlich, an Stelle des Gases den flüssigen Brennstoff in die Saugleitung zur Luft zuzuführen, wie dies in Fig. 1, e gestrichelt angedeutet ist. Die Wandungen des Zylinders und der Saugleitung sind während des Betriebes in der Regel warm genug, um den eingespritzten Brennstoff noch vor der Verdichtung zu verdampfen.

In neuerer Zeit hat das sogenannte Zweitaktverfahren wieder Bedeutung erlangt, bei welchem das Herbeischaffen der Ladung und das Hinausschieben der Verbrennungsgase durch die Vermittlung besonderer Ladepumpen geschieht. Im Motorenzylinder selbst spielen sich infolgedessen nur der Verdichtungshub und der Arbeitshub ab. Doch ist dabei in thermodynamischer Beziehung gegenüber dem Viertakt grundsätzlich nichts geändert.

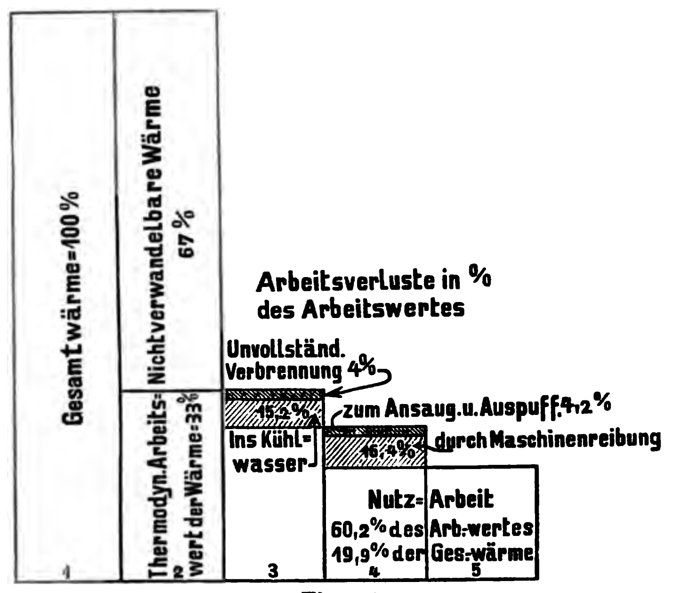
Nunmehr kennen wir genug von der Arbeitsweise, um die Frage nach der Wärmeausnutzung in der Gasmaschine zu verstehen. Wir nennen in Fig. 2 die am Ende der Verpuffung erreichte Verbrennungstemperatur T_1 und die am Ende der arbeitverrichtenden Ausdehnung erreichte Temperatur T_2. Dann können wir das Verhältnis $T_1 : T_2$ als das für die Gasmaschine verfügbare Temperaturgefälle ansehen, durch dessen Vergrösserung die Wärmeausnutzung vergrössert wird. Dieses Temperaturgefälle wird aber offenbar um so grösser, je höher vor der Verpuffung die Verdichtung der Ladung getrieben wird, denn um so stärker können sich dann nach erfolgter Verbrennung die Verbrennungsgase wieder ausdehnen. Ist z. B. bei einer Gasmaschine der Verdichtungsgrad 8, d. h. wird die Ladung vor der Verbrennung auf 1/8 ihres Anfangsvolumens zusammengedrückt, so heisst dies ja gleichzeitig, dass sich die Verbrennungsgase auf das 8fache desjenigen Volumens, das sie bei der Verbrennung besitzen, unter Arbeitsverrichtung wieder ausdehnen können. Und dass dabei der Temperaturfall durch arbeitverrichtende Ausdehnung grösser ist als in der Göttinger Maschine, wo nur auf 1/3,8 die Ladung verdichtet wird, also auch nur um das 3,8fache die Verbrennungsgase sich ausdehnen können, dürfte einleuchten.

So ist also das wichtigste Mittel zur Erzielung einer möglichst guten Wärmeausnutzung in der Gasmaschine (beim Viertakt und beim Zweitakt) ein möglichst hoher Verdichtungsgrad. Das technische Mittel, ihn zu erreichen, erscheint dabei recht einfach zu sein. Man darf nur den Verbrennungsraum der Maschine möglichst klein machen. Betrüge dieser Raum z. B. 1/50 des Gesamtvolumens, der Verdichtungsgrad also 50, so würde man

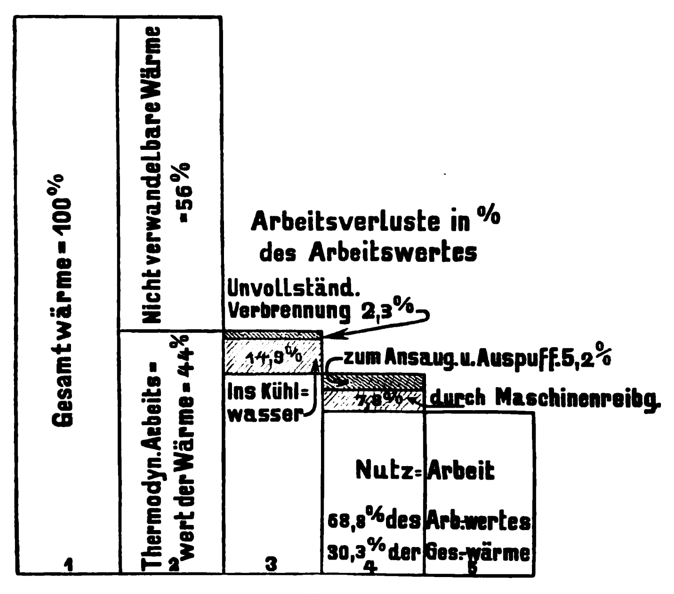
nach den Rechnungen der Theorie bei Vermeidung sonstiger Verluste ungefähr 75 Proz. Wärmeausnutzung erhalten. Allein hier kommt nun zum ersten Mal der Gesichtspunkt der technischen Ausführbarkeit und der wirtschaftlichen Zweckmässigkeit; wir würden bei einem so hohen Verdichtungsgrad mehrere 100 Atm. Druck in der Maschine erhalten, infolge dessen aber müsste die Maschine so schwer gebaut werden und hätte so viel Maschinenreibung, dass sie wohl vielleicht als sehr teures theoretisches Spielzeug, nicht aber als wirtschaftliche und betriebssichere Kraftquelle der Industrie ausführbar erscheint. Wir dürfen in unseren Wärmekraftmaschinen mit Rücksicht auf ihre Festigkeit und die Reibungsverhältnisse an den Zapfen und am Kolben höchstens 35—40 Atm. Maximaldruck zulassen.

Ja, aus einem anderen Grunde muss man zunächst noch unter dieser Grenze bleiben: wegen der Gefahr von Vorzündungen. Bei der Verdichtung eines Gases oder Gasgemenges verwandelt sich nämlich die Verdichtungsarbeit in Wärme, und so steigt mit zunehmender Verdichtung stetig die Temperatur der Ladung. Sie kennen die Wirkung dieser Erscheinung beim pneumatischen Feuerzeug, wo ein Stück Zunder dadurch zur Entzündung gebracht werden kann. In der Gasmaschine entzündet sich aber infolge dieser Temperaturzunahme schliesslich die explosible Ladung selbst unter heftigen Stössen, wenn die Verdichtung zu weit getrieben wird. In einer möglichst gut gekühlten Gasmaschine kann man heutzutage bei wasserstoffreicher, also leicht entzündlicher Ladung den Verdichtungsgrad 6—7, bei waserstoffarmer, schwerer entzündlicher Ladung den Verdichtungsgrad 8—9 verwenden, ohne bei normalen Verhältnissen Vorzündungen befürchten zu müssen.

Durch den Verdichtungsgrad ist nach dem Gesagten die Wärmeausnutzung festgelegt, die wir bei Vermeidung aller sonstigen Verluste nach den Gesetzen der Thermodynamik in einer Gasmaschine im günstigsten Falle erreichen können. Diese Wärmeausnutzung ist als der thermodynamische Arbeitswert des Brennstoffes für eine gegebene Gasmaschine zu bezeichnen. Für die Göttinger Maschine mit dem Verdichtungsgrad 3,8 beträgt er rund 33 Proz., für eine im vorigen Jahre von mir untersuchte 70pferdige Braunkohlengasmaschine mit dem heutigen Verhältnissen entsprechenden Verdichtungsgrad 8,0 rund 44 Prozent. In den Flächen der Rechtecke 1, Fig. 4 und 5, ist je die gesamte im Gase der Maschine zugeführte Wärme, in dem unteren Teile der Rechtecke 2 der thermodynamische Arbeitswert des Brennstoffes für die beiden erwähnten Maschinen dargestellt. Der obere Teil der Rechtecke 2 bedeutet also diejenige Wärme, welche nach dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie bei dem gegebenen Temperaturgefälle unverwandelt durch die Maschine gehen muss, und zwar als freie Wärme in den auspuffenden Verbrennungsgasen. Beim



Figur 4.
Arbeitsbilanz des 10 PS Göttinger Leuchtgasmotors..



Figur 5.
Arbeitsbilanz einer 70 PS. Braunkohlengasmaschine.

Göttinger Motor handelt es sich um 67 Proz., beim 70pferdigen Motor um 56 Proz. nicht verwandelbarer Wärme. Da die Verbrennungsgase

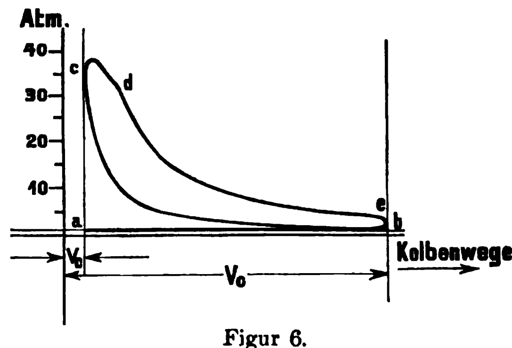
infolgedessen am Ende der arbeitverrichtenden Ausdehnung noch sehr hohe Temperaturen besitzen, so wird demnach auch in der Gasmaschine keineswegs das gesamte zwischen der Verbrennungstemperatur und der atmosphärischen Temperatur liegende Temperaturgefälle, sondern nur ein oberer Teil davon ausgenutzt, während sich die Ausnutzung der Dampfmaschine auf einen unteren Teil des gesamten Temperaturgefälles bezieht. Allein von der ersten Maschine wird doch ein wesentlich grösserer Teil ausgenutzt als von der letzeren, weil die Gasmaschine, gleich von der Verbrennungstemperatur aus mit der Arbeitsverrichtung beginnend, nicht an so enge Schranken gebunden ist wie die Dampfmaschine.

Der thermodynamische Arbeitswert stellt jedoch nur ein Ideal dar, dem der Ingenieur seine Maschine möglichst nahe bringen soll, das aber nie erreicht werden kann. Denn hier handelt es sich wieder um den Kampf mit der rauhen Wirklichkeit: Von dem Arbeitswert geht ein Teil durch Unvollkommenheiten verloren, die mit jeder technischen Ausführung unweigerlich verknüpft sind. Zunächst gelingt es, wenn Luft und Gas bei ihrer Zuführung zum Motor schlecht gemischt werden, nicht, in der kurzen hierzu verfügbaren Zeit von $^2/_{100}$ bis $^5/_{100}$ Sek. das Gemenge vollständig zu verbrennen. Ein Teil des zugeführten Gases geht dann unverbrannt oder zu spät verbrennend durch den Motor. Bei der Göttinger Maschine werden hierdurch 4 Proz. des Arbeitswertes verloren, bei vielen Maschinen der Praxis bis 10 und 20 Proz.; bei den besten Maschinen freilich kann man durch sorgfältigste Mischung vollständige Verbrennung erzielen. Ein Hauptverlust entsteht dadurch, dass ein Teil der entwickelten Wärme während des Arbeitsspieles durch die gekühlten Wandungen hindurch an das in dieser Beziehung schädliche, aber doch unvermeidliche Kühlwasser tritt. Dieser Arbeitsverlust kann bei dem heutigen Stande der Gasmotorentheorie nur geschätzt werden: Es dürften durch die Wärmeabfuhr an das Kühlwasser beim Göttinger Motor ungefähr 15 bis 16 Proz. des Arbeitswertes an Arbeit verloren gehen, und beim 70pferdigen Motor darf ein ähnlicher Betrag angenommen werden.[1]) Von der im Gasmotor erzeugten Arbeit wird ein Teil zum Herbeischaffen der Ladung und zum Ausstossen der Verbrennungsgase wieder aufgebraucht: beim Göttinger Motor 4,2 Proz. und beim 70pferdigen Motor 5,2 Proz. des Arbeitswertes. Schliesslich wird ein weiterer Teil durch Maschinenreibung verzehrt, und zwar 16,4 Proz., bezw. 7,8 Proz. bei den beiden Maschinen. So bleiben denn beim Göttinger Motor nur 60 Proz., beim 70pferdigen Motor 69 Proz. vom Arbeitswert als Nutzarbeit übrig, und damit werden bei der ersteren Maschine 19,9 Proz.

1) Auf Grund dieser Annahmen sind die obigen Zahlen für den thermodynamischen Arbeitswert berechnet worden.

bei der letzteren 30,3 Proz. der Gesamtwärme in Nutzarbeit verwandelt. Diese Beträge sind durch die Grösse der Rechtecke 5 dargestellt, während die schraffierten Teile der Rechtecke 3 und 4 die einzelnen vom Arbeitswert abzuziehenden Arbeitsverluste in Form einer graphischen Arbeitsbilanz bedeuten. Aus dem Vergleich der Figuren 4 und 5 ist deutlich zu ersehen, dass die bessere Wärmeausnutzung des 70pferdigen Motors hauptsächlich dem höheren Verdichtungsgrad und der dadurch hervorgerufenen Vergrösserung des thermodynamischen Arbeitswertes zuzuschreiben ist. Die Wärmeausnutzung dieses Motors von 30,3 Proz. muss als gut bezeichnet werden, denn in den besten Gasmaschinen werden bei möglichst hohem Verdichtungsgrad und möglichster Verringerung der Arbeitsverluste ungefähr 33 Proz. Wärmeausnutzung erzielt.

Bei den Benzin- und Petroleummotoren kann man auch heute noch nach dem geschilderten Arbeitsverfahren wegen der Gefahr von Vor-



Figur 6.
Diagramm des Dieselmotors.

zündungen nicht über den Verdichtungsgrad 4 hinausgehen, da in den Benzin- und Petroleumdämpfen sehr leicht entflammbare Bestandteile enthalten sind. Man erreicht daher in ihnen nur bis 22 Proz. Wärmeausnutzung, ein Wert, den ich auch in diesem Jahre für einen Automobilmotor festgestellt habe.

Auf eine ungemein sinnreiche Art ist es im DIESEL-Motor gelungen, ohne Gefahr von Vorzündungen bis zu der technisch-ausführbaren Druckgrenze von ungefähr 35 Atm. die Verdichtung zu treiben. Der Viertakt bleibt hier bestehen, aber es wird zunächst reine Luft in den Zylinder angesaugt und nur diese Luft auf 35 Atm. verdichtet, wobei ihre Temperatur auf den hohen Wert von etwa 500 ° C. steigt. In die hoch erhitzte Luft wird nun nach der Verdichtung der Brennstoff eingespritzt und verbrennt in ihr infolge ihrer hohen Temperatur, ohne dass irgend welche äussere Zündvorrichtung erforderlich wäre. Dabei wird der Brennstoff während der Verbrennung so langsam eingespritzt, dass der Druck nicht mehr erheblich steigt. Hierauf er-

folgt die arbeitverrichtende Ausdehnung der Verbrennungsgase und der Auspuff wie beim Viertaktmotor. Das Diagramm des DIESEL-Motors ist in Fig. 6 gegeben: ab Ansaugen reiner Luft, bc Verdichtung reiner Luft, cd Einspritzen und Verbrennen des Brennstoffes, de arbeitverrichtende Ausdehnung, eba Auspuffen der Verbrennungsgase. Allein auch hier zeigt sich die spröde Wirklichkeit: das Verfahren des DIESEL-Motors ist nur für flüssige Brennstoffe verwendbar. Das nachträgliche Einspritzen gasförmiger Brennstoffe in die hoch verdichtete Luft wäre zu kraftraubend, und die Verbrennung wäre nur sehr unvollkommen. Petroleum und Rohöle als Brennstoff verwendend, erreicht der DIESEL-Motor 33 Proz. Wärmeausnutzung, und ausserdem ist mit seiner Arbeitsweise eine vorzügliche Regulierfähigkeit verknüpft.

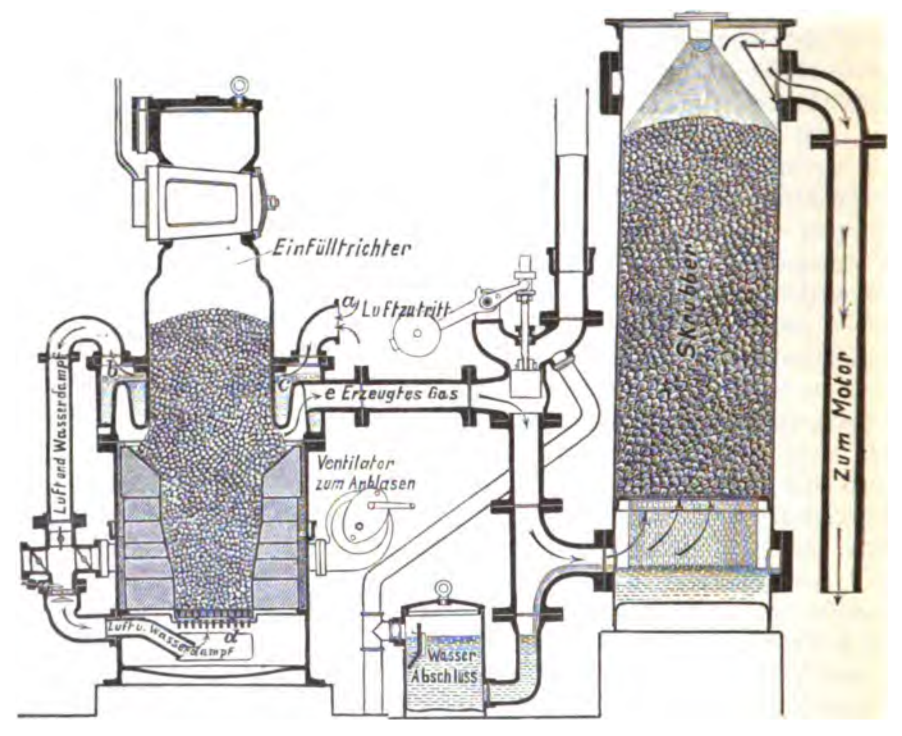
Mit einer Wärmeausnutzung bis zu 33 Proz., wie sie nach dem Gesagten in den besten Gasmaschinen erzielt wird, könnte man nun gegenüber der Dampfmaschine recht zufrieden sein, denn es ist über doppelt so viel als in der letzteren Maschine. Allein thermodynamische Überlegenheit braucht, wie Sie gleich sehen werden, nicht auch wirtschaftliche Überlegenheit zu sein; wir müssen uns überlegen, dass es nicht auf die Wärmeausnutzung an sich, sondern zunächst auf die Brennstoffkosten ankommt.

Da zeigt sich, dass dieselbe Wärmemenge, aus Leuchtgas oder Petroleum oder Benzin erzeugt, in Deutschland 7—10mal so teuer ist als wenn sie aus der Kesselkohle selbst entwickelt wäre. Was nützt also die vorzügliche Wärmeausnutzung bei so teuren Brennstoffen! Immerhin war es den Leuchtgas-, Benzin- und Petroleummotoren möglich, die Kleindampfmaschine zu verdrängen, da diese hinsichtlich der Wärmeausnutzung so sehr ungünstig arbeitet, während kleine Gasmaschinen von 10 PS und darunter noch Wärmeausnutzungszahlen bis zu 25 Proz. aufweisen. Infolge dessen ist die Gasmaschine eine unentbehrliche Kraftquelle im Kleinbetrieb geworden, die sich zudem über kleine Grössen hinaus überall da empfiehlt, wo der Dampfkessel durch sein Gewicht, seinen Betrieb, seine Bedienung, seinen Raumbedarf oder durch die Forderung, ihn zum Zweck der Betriebsbereitschaft stets unter Dampf zu halten, lästig fällt. Ich erinnere hier an die Automobilmotoren. Der DIESEL-Motor hat ausser der besseren Wärmeausnutzung noch den Vorteil, billigere Rohöle verwenden zu können.

Um die thermodynamische Überlegenheit auch wirtschaftlich zur Geltung zu bringen, musste die Gasmotorindustrie bestrebt sein, ein Gas zu erzeugen, das die Wärme fast ebenso billig abgiebt wie die Kohle selbst; diese Forderung hat zur Erzeugung von Kraftgas oder Generatorgas geführt.

Man kann Kohle dadurch vergasen, dass man sie in einem Schachtofen nach Fig. 7 über dem Rost d aufschüttet, unten in Glut bringt und nach oben einen Luftstrom durch sie hindurchtreten lässt.

Weil hierbei Kohle im Überschuss vorhanden ist, entsteht das Produkt der unvollständigen Verbrennung, Kohlenoxyd, welches selbst wieder ein brennbares Gas ist und im Gasmotor weiter zu Kohlensäure verbrannt werden kann. Bei der Vergasung der Kohle zu Kohlenoxyd werden über 30 Proz. der in der Kohle enthaltenen Wärme frei, erhitzen das erzeugte Gas und entweichen mit diesem als fühlbare Wärme. Da immer etwas Kohlensäure mit entsteht, so beträgt diese fühlbare Wärme sogar mehr als 30 Proz. Vor der Verwendung im



Figur 7.

Gasmotor muss aber das Gas gereinigt und abgekühlt werden, und so müsste die bei der Vergasung entwickelte Wärme von über 30 Proz. vollständig verloren gehen. Um diesen Verlust zu verringern, wird mit der Luft Wasserdampf in den Schachtofen geführt. Sie sehen in bc einen Wasserbehälter über dem Schachtofen, der durch die bei e abziehenden Gase geheizt wird. Über ihm streicht die von a kommende Luft vorbei und sättigt sich hier mit Wasserdampf, ehe sie durch den Rost d zum Schachtofen tritt. Der so zugeführte Wasserdampf zersetzt sich an den glühenden Kohlen, es entsteht Kohlenoxyd und Wasserstoff, und zwar wird bei diesem Zersetzungsvorgang Wärme gebunden, so dass die Temperatur der abziehenden Gase und damit die bei ihrer Ab-

kühlung verloren gehende Wärme verringert wird, da einen Teil davon der Wasserstoff chemisch gebunden in den Gasmotor führt und ihn dort bei seiner Verbrennung zur Verfügung stellt. Das auf diese Weise entstandene Kraftgas, das aus etwas CO_2, aus CO, H_2, etwas CH_4 und N_2 besteht, wird in einem sogenannten Skrubber durch Wasserberieselung und häufig noch in einem Sägespänreiniger gereinigt und tritt hierauf zum Motor.

Früher hat man in der Regel den erforderlichen Wasserdampf in einem kleinen Dampfkessel bei ungefähr 4 Atm. Druck erzeugt, so dass er, unter den Rost des Generators geblasen, die Luft in einem Dampfstrahlgebläse mitreissen konnte. Das Gas wurde also unter Druck hergestellt. Man kam aber auf den Gedanken, durch den Motor selbst bei seinem Ansaugehub die Luft durch den Generator saugen zu lassen, was durch den Wegfall des Dampfkessels eine wesentliche Vereinfachung der Anlage und durch den Fortfall des besonderen Brennstoffes für den Dampfkessel eine erhebliche Kohlenersparnis bedeutet. Das auf diese Weise erzeugte Kraftgas nennt man daher Sauggas, von dem in den letzten drei Jahren sehr viel die Rede gewesen ist.

Ich habe kürzlich eine 200pferdige Sauggasanlage untersucht: 80 Proz. der in der Generatorkohle enthaltenen Verbrennungswärme fanden sich in der Verbrennungswärme des erzeugten Gases wieder; es gingen somit bei der Vergasung nur 20 Proz. Wärme verloren. Der durch die untersuchte Anlage gespeiste Motor hatte in Beziehung auf das ihm zugeführte Kraftgas eine Wärmeausnutzung von 31,6 Proz.; es wurden also von der in der Kohle enthaltenen Wärme 25,3 Proz. in Nutzarbeit des Motors verwandelt.

So scheint denn in der Tat, da für die besten Vertreter der Dampfmaschine und der Gasmaschine die Wärmeausnutzung, beidemal auf Kohle bezogen, mit den Zahlen 15 gegen 25 Proz. verglichen werden kann, die thermodynamische Überlegenheit der Gasmaschine in vorzüglicher Weise auch zur wirtschaftlichen geworden zu sein. Aber auch hier muss der Gasmotor wieder den Kampf mit ungünstigen Verhältnissen aufnehmen: die meisten Kohlensorten lassen bei ihrer Erhitzung eine grosse Menge von Teerdämpfen entweichen, die sich mit dem erzeugten Gas mischen, in einfachen Reinigungsapparaten nicht abgeschieden werden können, zur baldigen Verschmutzung der Leitungen und des Motors führen und daher einen Dauerbetrieb unmöglich machen. So grosse Reinigungsanlagen einzubauen, dass der Teer abgeschieden wird, ist wohl technisch möglich, erscheint aber wegen sehr grosser Anlagekosten, mit Ausnahme von Sonderfällen (Mondgas), wirtschaftlich unausführbar. Man ist daher auf Kohlensorten angewiesen, die nicht teeren und die ausserdem nicht backen, und diese sind Anthrazit und Koks. Der Koks liefert keine so gute Wärmeausnutzung, wie ich dies oben angegeben habe, und bei Anthrazit zeigt sich leider, dass er z. B.

in Berlin um rund 50 Proz. teurer ist als gute Kesselkohle, bezogen auf gleiche Verbrennungswärme. Die Brennstoffkosten für den Gasmotor sind also keineswegs in dem Maße kleiner, in welchem die Wärmeausnutzung grösser ist als bei der Dampfmaschine, zumal die Wärmeausnutzung mit Abnahme der Maschinenbelastung bei der Gasmaschine rascher abnimmt als bei der Dampfmaschine.

Zur Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung gehören aber nicht bloss die Brennstoffkosten, sondern auch die Kosten für Bedienung, Schmierung, Instandhaltung, Wasserbeschaffung, Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, ausserdem muss gefragt werden nach der Einfachheit, Sicherheit und Anpassungsfähigkeit des Betriebes. So wichtig diese Punkte an und für sich sind, so muss ich doch mit Rücksicht auf die verfügbare Zeit mir versagen, näher darauf einzugehen.

Berücksichtigt man alle hier nicht näher zu erörternden Verhältnisse, so kann man wohl aussprechen, dass jedenfalls in Grössen bis zu 50 PS und häufig selbst bis 100 PS die Sauggasmaschine in den meisten Gegenden Deutschlands — auf die Entfernung von den Kohlenzechen kommt es wegen der Kohlenfrachten an — in den Brennstoffkosten und in den Gesamtkosten wirtschaftlicher ist als die Dampfmaschine, besondere Fälle naturgemäss ausgenommen. Daher haben sich auch in den letzten drei Jahren die Sauggasanlagen dieser Grössen von 8 PS an ungemein rasch verbreitet und die Dampfmaschine in Neuanlagen stark zurückgedrängt.

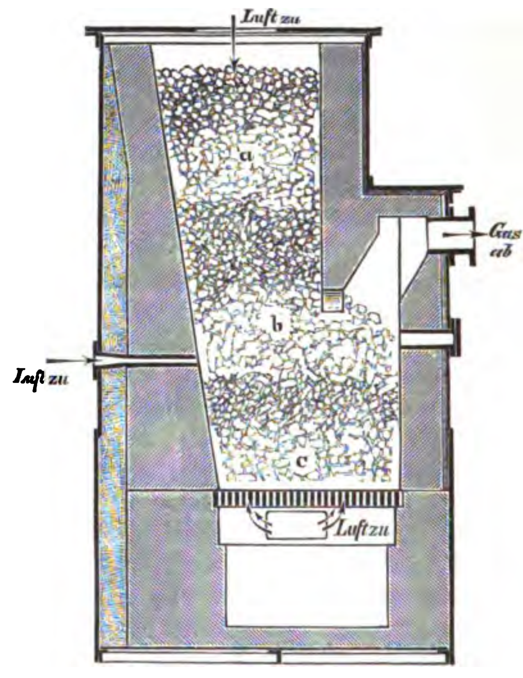
Auch für grössere Anlagen muss der Sauggasmaschine in vielen Fällen noch eine wirtschaftliche Überlegenheit zugestanden werden, und es ist schon eine Reihe solcher Anlagen in Maschinengrössen bis zu 500 PS im Betrieb oder in Aufstellung. Immerhin aber war man in der Einführung grösserer Anlagen zurückhaltender, da einerseits grössere Dampfmaschinenanlagen wirtschaftlicher arbeiten als kleinere, andererseits aber auch deshalb, weil es erst in den letzten Jahren gelungen ist, die Grossgasmaschine konstruktiv auszugestalten.

Hier kamen äussere Umstände der Entwicklung fördernd entgegen. Und diese Förderung geschah von seiten einer der mächtigsten und tatkräftigsten Industrien, der Eisenhüttenindustrie. Ein gewaltiger Schachtofen oder Generator ist der Hochofen, dessen Schacht mit glühendem Koks und freilich auch mit Eisenerzen gefüllt ist, dem ebenfalls Gebläsewind von unten zugeführt wird, und der nicht bloss das Roheisen erzeugt, sondern auch, wie der oben geschilderte Generator, noch ein brennbares Gas aus seinem oberen Teile entweichen lässt, das Gichtgas. Die Hälfte dieses Gichtgases muss zur Vorwärmung des Gebläsewindes verwendet werden, die andere Hälfte aber steht zu anderen Zwecken frei und wurde bisher unter Dampfkesseln verbrannt. Bei einem Hochofen von 200 t täg-

licher Eisenerzeugung können mit dem verfügbaren Gichtgas auf diese Weise in der Dampfmaschine höchstens 2500 PS erzeugt werden. Hier, wo sich also endlich gasförmiger Brennstoff für die Dampfmaschine und gasförmiger Brennstoff für die Gasmaschine gegenüber stehen, muss nun die Gasmaschine unzweifelhaft im Vorteil sein, und in der Tat vermag sie aus derselben Menge mindestens 5000 bis 6000 PS zu erzeugen, also volle 3000 PS mehr als die Dampfmaschine. So wird dann der Hochofen zur ausgiebigsten Kraftzentrale, die nicht bloss das Hüttenwerk, sondern auch etwa damit verbundene Werke, wie das Stahlwerk und das Walzwerk, mit Kraft versorgen kann. Aber der Eisenhüttenmann bedarf grösster Maschinen in Einheiten bis zu 3000 PS, und so sah sich die Gasmotorenindustrie plötzlich vor die Aufgabe gestellt, so grosse Maschinen auszubilden. Ich muss mir versagen zu schildern, wie seit den schüchternen Versuchen im Jahre 1895 die Entwicklung der Gichtgasmotoren stetig und rasch vor sich gegangen ist, und welch ausserordentliche Schwierigkeiten sich dem Bau so grosser Maschinen entgegenstellten. Wohl wäre dies auch vom Standpunkt der Dynamik und insbesondere der Elastizitätstheorie von grösstem Interesse: Handelt es sich doch um eine ungemein starke Inanspruchnahme der Maschinenteile durch die hohen Verpuffungsspannungen, um gewaltige, bei schlechter Konstruktion die Fundamente erschütternde und zu Stössen in der Maschine führende Massenwirkungen der hin- und hergehenden Teile und nicht zum wenigsten um die ungleichmässige Erwärmung eines und desselben Maschinenteiles an verschiedenen Stellen, insbesondere in der äusseren und der inneren Wandung, die wie bei einer ungleichmässig erhitzten Glasplatte zu Brüchen führt. Auch kann ich nicht von der Einführung der grossen Zweitaktmaschinen reden, und wie diese wieder befruchtend auf den Bau der Viertaktmaschinen gewirkt haben. Hervorheben darf ich, dass auf diesem Gebiete, wie überhaupt im Gasmotorenbau, deutsche Firmen mit einer einzigen Ausnahme die führenden gewesen sind. Wie weit man aber schon gekommen ist, möge daraus hervorgehen, dass in den 6 Jahren bis Oktober 1903 von den deutschen Firmen und einer belgischen Firma insgesamt 400 Stück Grossgasmaschinen über 200 PS mit insgesamt 300000 PS Leistung im Bau oder in Ausführung waren, und dass dabei 86 Stück mit rund 120000 PS Maschinengrössen über 1000 PS bis zu 3000 PS betrafen.

Die allgemeine Einführung der Grossgasmaschine mit Kraftgas- oder Sauggasbetrieb ist aber schon deshalb nicht möglich, weil die Industrie von Anthrazit und Koks allein nicht leben kann, sondern auf die Verwendung von Kesselkohle angewiesen ist. So drängt die thermodynamische Bedeutung der Gasmaschine immer gebieterischer zu der Aufgabe, einfache Generatoren zu schaffen, in denen auch teerhaltige und backende Kohlen Verwendung finden können, und mit grosser Energie

ist seit einigen Jahren auch diese Aufgabe aufgenommen worden. Man sucht die Lösung der Verwendung teerhaltiger Kohlen darin, dass man die der erhitzten Kohle entweichenden Teerdämpfe durch eine glühende Schicht des Generators leitet, wo sie sich zu beständigeren Gasen zersetzen. Einen solchen Generator sehen Sie in Fig. 8. Luft wird nicht bloss unten, sondern auch oben und in der Mitte zugeführt, so dass drei hellglühende Schichten a, b und c entstehen. Das gebildete Gas entweicht seitlich in der Mitte des Schachtofens. Der Brennstoff wird



Figur 8.

oben eingeworfen. Die Teerdämpfe bilden sich über der Schicht a und müssen also diese Schicht und die Schicht b durchstreichen, ehe sie abgeführt werden. Freilich lassen sich in einem solchen Generator noch nicht alle Kohlensorten vergasen, immerhin aber ist von einem teilweisen Erfolg zu berichten, indem es einigen Firmen seit etwa Jahresfrist gelingt, Braunkohlen und insbesondere Braunkohlenbriketts nach dem geschilderten grundsätzlichen Verfahren praktisch teerfrei zu vergasen.

Ein aufs höchste erstrebenswertes Ziel wäre die Verwirklichung einer Gasturbine, welche die hervorragende Wärmeausnutzung der Gasmaschine mit der konstruktiven Einfachheit der Dampfturbine vereinigte. Leider erscheinen heute noch die hier entgegenstehenden

Schwierigkeiten als fast unüberwindbar. Die Dampfturbine wird bei ihren konstruktiven Eigenschaften in den nächsten Jahren mit der Grossgasmaschine auf manchen Gebieten in scharfen Wettbewerb treten, aber sie wird alle Kräfte auf der Gegenseite zu fieberhafter Tätigkeit anspornen, um die so unzweifelhafte und hervorragende thermodynamische Überlegenheit der Grossgasmaschine auch wirtschaftlich allseitig gegenüber der Dampfmaschine und Dampfturbine durchzusetzen. Möge der Gasmotorenindustrie, die, gewappnet mit dem Rüstzeug der Ingenieurwissenschaft und Ingenieurkunst, in hingebungsvoller Arbeit schon so Hervorragendes geleistet hat, der volle Erfolg beschieden sein! Denn, wenn es ihr gelänge, gewöhnliche Kesselkohle in einfachen Apparaten zu vergasen und dadurch den Kohlenverbrauch und die Brennstoffkosten für die Erzeugung motorischer Kraft auch in der Grossindustrie um fast die Hälfte zu vermindern, so wäre damit ein höchst bedeutsamer Kulturfortschritt erzielt.

IV.

Die Sinnesorgane der Pflanzen.

Von

G. Haberlandt.

Hochgeehrte Versammlung!

Betrachtungen über die Unterschiede zwischen Tier- und Pflanzenreich haben seit jeher einen Maßstab zur Beurteilung der Fortschritte geliefert, welche auf dem gemeinsamen Felde botanischer und zoologischer Forschung im Laufe der Zeiten gemacht worden sind. Viele Jahrhunderte lang betrachtete es die Naturforschung als eine selbstverständliche Aufgabe, die aristotelische Grenzmauer zwischen Tier- und Pflanzenreich immer mehr zu verstärken und zu erhöhen. Erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhundertes tauchte die Frage auf, ob der hartnäckige logische Zwang, der den Systematiker immer wieder veranlasst, die grössten systematischen Einheiten paarweise anzuordnen, die unendliche Mannigfaltigkeit der Natur auch richtig zum Ausdruck bringe. Bald wurden kräftige Zweifel laut, und die früher so sorgfältig gehütete Grenzmauer zwischen den beiden Reichen organischen Lebens verfiel allmählich und wurde an manchen Stellen gänzlich niedergerissen. Auf ihren Trümmern pflanzte die allgemeine Biologie ihre Fahne auf, und statt nach den Unterschieden sucht man heutzutage nach den gemeinsamen Merkmalen in der Organisation und im Leben der Tiere und Pflanzen.

Mit der Entdeckung des zelligen Aufbaues des Tier- und Pflanzenkörpers war der erste grosse Schritt getan, um die Gemeinsamkeit der Organisation in beiden Reichen festzustellen. Das Entscheidende war dabei die Erkenntnis, dass die Zelle nicht nur als Formelement, sondern auch als Elementarorgan und Elementarorganismus in beiden Reichen dieselben Grundeigenschaften besitze. Das lebende Protoplasma, mag es nun tierischen oder pflanzlichen Ursprungs sein, birgt alle die grossen Lebensrätsel in sich, um deren Lösung wir uns mit wechselndem Glück, doch immer erklärungsfreudig bemühen. —

Das Wesen der lebenden Substanz wird durch keine Grundeigenschaft so scharf gekennzeichnet wie durch die Reizbarkeit. Nicht nur das tierische, auch das pflanzliche Protoplasma ist zur Aufnahme verschiedenartiger äusserer Reize mit spezifisch verschiedenen Reizbarkeiten ausgerüstet. Wenn die Sinnpflanze bei unsanfter Berührung ihre Blattstiele senkt und die Fiederblättchen zusammenklappt, wenn ein einseitig beleuchteter Stengel sich gegen die Lichtquelle zu krümmt, oder wenn eine schwärmende Bakterie auf ein Fleischbröckchen zusteuert, so haben wir es mit Reizbewegungen zu tun, die ganz analog sind jenen, die auch im Lebensgetriebe der Tiere eine so buntschillernde Rolle spielen. Die Reizbarkeiten der Tiere hat man seit alters her als ihr Empfindungsvermögen, die Aufnahme gewisser äusserer Reize als Sinneswahrnehmungen bezeichnet. Nichts kann uns hindern, nachdem die prinzipielle Übereinstimmung der Reizbewegungen im Tier- und Pflanzenreiche sicher erkannt ist, auch den Pflanzen ein Empfindungsvermögen und Sinneswahrnehmungen zuzuschreiben[1]). Schon Gustav Theodor Fechner hat dies vorahnend ausgesprochen. In seinem 1848 erschienenen Werke „Nanna, oder das Seelenleben der Pflanzen“, worin sich die zartesten Phantasien des Märchenerzählers wie blühende Zweige um ein streng wissenschaftliches Gedankengerüst ranken, in diesem merkwürdigen Buche schreibt Fechner den Pflanzen „ein reich entwickeltes Sinnesleben“ zu, und in den letzten Dezennien haben Pflanzenphysiologen mit klangvollen Namen gewisse Empfindlichkeiten der Pflanzen mit den Sinnen der Tiere verglichen oder direkt als solche bezeichnet.[2])

Wenn nun die Pflanzen den Tieren gleich mit Sinnesfähigkeiten begabt sind, so taucht sofort die weitere Frage auf, ob sie auch Sinnesorgane besitzen, ob sie zur Aufnahme bestimmter äusserer Reize so wie die Tiere mit eigenen Perzeptionsorganen ausgerüstet sind? Es leuchtet ein, dass die Antwort auf diese Frage für das Verständnis des Wesens pflanzlicher Organisation und pflanzlichen Lebens von grosser Tragweite ist. Nun muss es sich zeigen, ob das geflügelte Wort Franz Ungers, der einst von der „Tierwerdung der Pflanze“ sprach, in einem gewissen Sinne doch zu Recht besteht. —

Die Pflanzenphysiologie feiert in diesem Jahre das Jubiläum einer wichtigen Entdeckung. Hundert Jahre sind nämlich verstrichen, seit zum ersten Male an einer hochentwickelten Pflanze Sinnesorgane im strengsten Sinne des Wortes beobachtet worden sind. Im Jahre 1804 entdeckte Sydenham Edwards die Sensibilität der sechs kleinen Borsten auf der

---

1) Natürlich ist hier unter „Empfindungsvermögen“ eine rein physiologische Befähigung, unter „Sinneswahrnehmung“ ein rein physiologischer Vorgang zu verstehen. Die Frage, in wie weit es sich hierbei auch um psychologische Phänomene handelt, kommt für uns nicht in Betracht.

2) Vgl. namentlich Fr. Noll, Das Sinnesleben der Pflanzen; Vortrag, gehalten bei dem Jahresfeste der Senckenbergischen Naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1896.

Oberseite des Blattes der Venusfliegenfalle, der Dionaea muscipula. Dieses insektivore Pflänzchen ist nächst der Mimosa pudica wohl das merkwürdigste pflanzenphysiologische Geschenk, das wir der neuen Welt verdanken. Auf jeder der beiden Blatthälften, die am Rande mit derben, kräftigen Zähnen versehen sind, sitzen drei aufrechte Fühlborsten und zahlreiche runde Verdauungsdrüsen. Kriecht ein Insekt über die Blattfläche und berührt es eine der Borsten, so klappen die Blatthälften rasch zusammen, das Insekt ist festgeklemmt, die Zähne des Randes greifen fest in einander und machen jeden Fluchtversuch unmöglich. Das Insekt wird getötet, verdaut, und langsam öffnet sich wieder das Blatt, von neuem auf Beute lauernd. — Man möchte nun meinen, dass die Entdeckung der Empfindlichkeit jener sechs Borsten des Dionaeablattes für die Weiterentwicklung der Pflanzenphysiologie alsbald von grösster Bedeutung hätte werden müssen. Davon war aber keine Rede, die Überraschung war zu gross und deshalb unverständlich. Der Tatsachenschatz der Botanik war um ein wunderliches Kuriosum reicher geworden, das war alles. Es ist gewiss eine für die historische Entwicklung der Wissenschaft sehr bezeichnende Tatsache, dass im Verlauf der ersten Hälfte des 19. Jahrhundertes nicht weniger als fünf Forscher unabhängig voneinander die Sensibilität der Dionaea-Fühlborsten entdeckt haben: Sydenham Edwards 1804, Nuttal 1818, Curtis 1834, Lindley 1848 und endlich Oudemans 1859. Die Verfasser botanischer Lehr- und Handbücher hüteten sich, diese unbequeme Tatsache zu berücksichtigen. Und wenn sie davon Notiz nahmen, so geschah es meist von dem nicht unberechtigten Gesichtspunkte aus, den Schleiden in seinen Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik mit der ihm eigenen rücksichtslosen Bestimmtheit gekennzeichnet hat: „Für den Naturforscher muss diese Pflanze[1]) und ihre Verwandten zur Zeit noch ein Markstein sein, welcher ihm die Grenze seines Wissens anzeigt, und eine Warnungstafel, nicht das Gebiet mit Träumereien zu bevölkern, welches durch seine ernste Tätigkeit erst genauer zu erforschen ist."

In der Tat mussten im Entwicklungsgange der Pflanzenphysiologie vorerst drei wichtige Etappen erreicht werden, bevor die Entdeckung Sydenham Edwards' zum Ausgangspunkte für planmässige Forschungen über die Sinnesorgane der Pflanzen werden konnte. — Vor allem waren die alten Begriffe des Reizes und der Reizbarkeit, die seit dem Aufblühen der physikalisch-chemischen Richtung der Pflanzenphysiologie geradezu in Verruf geraten und schliesslich ganz vergessen waren, von neuem aufzugreifen; es musste ihnen der Schleier des Mystischen genommen und ein scharfes, wissenschaftliches Gepräge erteilt werden. Es ist das grosse Verdienst von Pfeffer[2]), diese Neuprägung vorge-

---

1) Schleiden hatte dabei zunächst die „Sinnpflanze" Mimosa pudica im Auge.

2) Vgl. W. Pfeffer, Die Reizbarkeit der Pflanzen, Verhandlungen der Gesellsch. Deutscher Naturforscher und Ärzte 1893.

genommen zu haben: die Reizvorgänge sind Auslösungsvorgänge; der Reiz ist nur die Veranlassung, dass im Organismus schlummernde Betriebskräfte wirksam werden und Reaktionen zur Folge haben, deren Verlauf und Endergebnis durch die jeweiligen Organisationsverhältnisse bestimmt werden.

Die zweite Voraussetzung für eine erfolgreiche Forschung nach pflanzlichen Sinnesorganen war die Erkenntnis, dass, so wie im tierischen, auch im pflanzlichen Organismus die Orte der Reizaufnahme und der Reizreaktion von einander räumlich getrennt sein können. So wie die Motte mit ihren Augen den Lichtreiz aufnimmt und mit den Flügeln der Flamme zueilt, so nimmt auch das junge Haferpflänzchen mit der Spitze der Keimblattscheide die Richtung wahr, in der die Lichtstrahlen einfallen, worauf dann in einer tiefer gelegenen Zone die heliotropische Krümmung erfolgt. Die Entdeckung dieser wichtigen Tatsache ist eines der vielen Einzelverdienste, die sich Charles Darwin als Pflanzenphysiologe erworben hat. Darwin war es auch, der als erster den allerdings noch nicht ganz einwandfreien Nachweis führte, dass eine horizontal gelegte Wurzel den Schwerkraftreiz in ihrer Spitze wahrnimmt, während die geotropische Krümmung in einer dahinter gelegenen Zone vor sich geht. Das Gleiche gilt für den Hydrotropismus der Wurzeln, für die durch Berührungsreize veranlasste Einkrümmung der Tentakel des Sonnentaues und noch in so manchen anderen Fällen.

Die räumliche Trennung von Reizaufnahme und Reizreaktion setzt selbstverständlich die Möglichkeit einer Reizfortpflanzung voraus. Es ist ein eigentümlicher Zufall, man kann es nicht anders nennen, dass gerade bei jener Pflanze, bei der die Reizleitung am sinnfälligsten vor sich geht und demnach zuerst bekannt wurde, der Leitungsprozess ein rein physikalicher Vorgang ist: hydrostatische Druckschwankungen in einem eigenen Röhrensystem vermitteln bei der Mimosa pudica die Übertragung von Stoss- und Wundreizen zu nahen und fernen Bewegungsorganen[1]. — In der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle beruht aber auch im Pflanzenkörper die Reizleitung auf der Ausbreitung rätselhafter Erregungszustände im lebenden Protoplasma. Solange man noch der Ansicht war, dass die festen Zellmembranen der pflanzlichen Zellen die benachbarten Plasmakörper von einander vollständig trennen, hing die Annahme einer plasmatischen Reizleitung von Zelle zu Zelle vollständig in der Luft. Es war daher eine im vollsten Sinne des Wortes bahnbrechende Entdeckung, als Eduard Tangl als erster die zarten Plasmafäden nachwies, die, die Wände durchquerend, benachbarte Plasmakörper mit einander in unmittelbare Verbindung setzen. Nun war das Vorhandensein kontinuierlicher Bahnen festgestellt, und der Vergleich

1) Vgl. G. Haberlandt, Das reizleitende Gewebesystem der Sinnpflanze. Leipzig 1890.

der verbindenden Plasmafäden mit tierischen Nervenfasern liess nicht mehr lange auf sich warten.

So war nunmehr der Boden vorbereitet, auf dem die Forschung nach pflanzlichen Sinnesorganen sicheren Fuss fassen konnte, ohne sich dem Vorwurfe auszusetzen, phantastischen Analogien nachzujagen. Aber noch immer verhielt sich die Pflanzenphysiologie im ganzen und grossen zurückhaltend. Man erinnerte sich zwar wieder der längst entdeckten Fühlborsten der Dionaea muscipula und einiger ähnlicher Sonderbarkeiten, doch sollten dieselben als seltene Ausnahmen nur die allgemein herrschende Regel bestätigen, wonach für die Pflanzen im Gegensatze zur Tierwelt eine „diffuse“ Ausbreitung der Empfindlichkeit charakteristisch wäre. Die Lokalisierung der Empfindlichkeit auf bestimmte Stellen von besonderem anatomischen Bau oder, mit anderen Worten, das allgemeine Vorkommen spezifischer Sinnesorgane wurde nach wie vor als ein besonderes Attribut des tierischen Organismus betrachtet. Noch stand also ein stattlicher Turm der alten Grenzmauer aufrecht. Wenn auch die aristotelisch-linnéische Begriffsbestimmung von Tier und Pflanze in rein physiologischer Hinsicht bereits ein überwundener Standpunkt war, ein anatomisch-histologischer Rest jener alten Definitionen war doch zurückgeblieben. —

Dies war der Stand der Frage, als ich vor einer Reihe von Jahren daran ging, mich anhaltend und systematisch mit den Sinnesorganen der Pflanzen zu beschäftigen. Ich ging dabei von dem Gedanken aus, „dass, so wie bei den höheren Tieren die fortschreitende Arbeitsteilung zur Entstehung immer komplizierterer Sinnesorgane geführt hat, auch bei den höheren Pflanzen mit den gesteigerten und differenzierten Ansprüchen an das Vermögen der Reizaufnahme das Bedürfnis nach Ausbildung entsprechend gebauter besonderer Sinnesorgane verbunden war“. Die physiologische Pflanzenanatomie lehrt auf hundertfältige Weise, wie weit auch im Bau des pflanzlichen Organismus die Arbeitsteilung vorgeschritten ist, in wie vollkommener Weise Bau und Funktion übereinstimmen, wie zweckmässig, um mich teleologisch auszudrücken, jedes Laubblatt, jede Wurzel, ja jedes mit einer bestimmten Funktion betraute Haargebilde in allen Einzelheiten konstruiert ist. Wäre es nicht sehr sonderbar, wenn die Pflanze nur hinsichtlich der so wichtigen und allgemein verbreiteten Funktion der Reizperzeption eine Ausnahme machen würde? Ist es wahrscheinlich, dass das so allgemein gültige Prinzip der Arbeitsteilung vor dieser Funktion halt gemacht hat? —

Bevor ich es nun versuche, die Sinnesorgane der Pflanzen in allgemeinen Zügen zu schildern, wollen wir uns vorerst noch daran erinnern, dass die Perzeption des Reizes eine Funktion des lebenden Protoplasmas ist. Indem der äussere Reiz die physikalische oder chemische Struktur des empfindlichen Plasmas verändert, kommt das erste Glied der physiologischen Reizkette zustande, deren letztes

Glied die Reizreaktion, sehr oft eine Reizbewegung, ist. — Die durch den Reiz bewirkte Änderung in der Beschaffenheit des sensiblen Plasmas, sein Reiz- oder Erregungszustand, ist das Wichtigste, das eigentlich Entscheidende beim Vorgang der Reizaufnahme. Doch wissen wir nicht und werden es niemals beobachten können, was beispielsweise in der reizbaren Plasmahaut einer Fühlborste oder Fühlpapille vor sich geht, wenn sie durch Zug oder Druck mechanisch gereizt, d. i. deformiert wird. Was für feinste Plasmastrukturen dabei zusammenstürzen, welche neue Konfigurationen des molekularen Baues sich einstellen, das wird uns wohl immer ein Rätsel bleiben — in diese Fernen des Mikrokosmos dringt kein menschliches Auge, möge das Mikroskop auch noch so vollkommen werden.

Der Erforscher der Sinnesorgane muss also von vorn herein mit einer gewissen Resignation an seine 'Aufgabe treten. Die Erkenntnis des Wichtigsten, Interessantesten ist ihm versagt, allein es ist ihm doch manches aufzudecken gegönnt, was höchst beachtenswert ist. Es kann für den eigentlichen Vorgang der Reizaufnahme, für seine Sicherheit und Genauigkeit nicht gleichgültig sein, wie der Reiz das sensible Plasma trifft. Damit die Reizperzeption dem Organismus einen biologischen Vorteil bringen könne, muss der Reiz gewissermaßen erst zu einem Verständigungsmittel gemacht werden, durch das die Aussenwelt zum Organismus spricht und diesen nunmehr veranlasst, alles vorzukehren, was zur Erhaltung und Förderung seiner Lebensfunktionen nötig ist. Die wichtige Aufgabe nun, die Angriffsweise der Reize auf die sensiblen Teile des Protoplasmas in vorteilhafter Weise zu bestimmen und zu regeln, ist die Funktion jener histologischen und anatomischen Einrichtungen der Sinnesorgane, die allein der unmittelbaren Beobachtung zugänglich und erforschbar sind. Alle unsere Bemühungen, in den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion der Sinnesorgane einzudringen, müssen sich auf diese die eigentliche Reizung des Plasmas bloss vorbereitenden und begünstigenden Einrichtungen und Aktionen beschränken. Das ist wenig und viel zugleich. Wenig, weil es den innersten Kern der Frage unberührt lässt, viel, weil es die unerschöpfliche Mannigfaltigkeit der Mittel aufdeckt, die dem Organismus zu Gebote stehen, um sich die Kräfte der Aussenwelt auch in der Form von auslösenden Reizen dienstbar zu machen. —

Der erste Teil meiner Aufgabe bestand darin, Bau, Funktion und Verbreitung jener Sinnesorgane der Pflanzen zu studieren, die zur Perzeption von mechanischen Reizen im engeren Sinne des Wortes dienen und demnach den Tastorganen der Tiere vergleichbar sind.[1]) Bei vielen Pflanzen werden durch Stoss, Reibung oder Berührung vorteilhafte Bewegungen ausgelöst, die oft so rasch verlaufen, dass Du Bois-

1) G. Haberlandt, Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perzeption mechanischer Reize. Leipzig 1901. Vgl. auch die daselbst zitierte ältere Literatur.

Reymond einst im Hinblick darauf die grüne chlorophyllführende Pflanze geradezu als ein „Tier mit hochentwickelten Reduktionsorganen" bezeichnet hat. Um gleich an die bekannteste dieser „Sinnpflanzen", an die Mimosa pudica, anzuknüpfen, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die so auffallenden Reizbewegungen ihrer Blätter u. a. auch ein Schutzmittel gegen aufkriechende Insekten darstellen, die durch die rasch sich senkenden Blattstiele abgeworfen oder verjagt werden. Es war mir stets ein vom Reiz des Geheimnisvollen umwobener Anblick, wenn ich, auf Ceylon oder auf Java inmitten eines niederen Mimosengebüsches sitzend und zeichnend, ganz plötzlich hier und da in dem reglosen Blattgewirre ein einzelnes Blatt sich senken sah, scheinbar ganz unmotiviert, tatsächlich aber von einem Insekt gereizt, das eine der am Bewegungsgelenk befindlichen Fühlborsten berührt und verbogen hatte. Man kann sich leicht auch durch den Versuch davon überzeugen, dass bei genügender Reizbarkeit der Pflanze schon eine leise Berührung der Borsten mit einer Nadelspitze genügt, um die Reizbewegung auszulösen. In vollkommenster Ausbildung lassen sich diese Fühlborsten gewissermaßen mit einer Korkpresse vergleichen. An der Basis der schräg aufsitzenden, steifen, dickwandigen Borste, die als Hebel fungiert, befindet sich in dem Winkel zwischen Gelenkoberfläche und Borste ein sensibles Gewebepolster, das stark zusammengepresst wird, wenn man den steifen Hebelarm nur etwas niederdrückt. Nach ganz demselben Prinzip gebaute Fühlborsten habe ich auch bei einer anderen Sinnpflanze, dem Biophytum sensitivum, beobachtet. Da die Mimosa eine aus Südamerika stammende Leguminose, das Biophytum eine im tropischen Asien heimische Oxalidee ist, so geht daraus besonders deutlich hervor, wie trotz räumlicher und verwandtschaftlicher Entfernung die Anpassung an gleiche Bedürfnisse höchst gleichartig gebaute Sinnesorgane hervorzubringen vermochte.

Ein anderes, gleichfalls sehr zweckmässig konstruiertes Modell tritt uns in den Fühlborsten der beiden insektenfressenden Pflanzen Dionaea muscipula und Aldrovandia vesiculosa entgegen. Schon Oudemans hat gefunden, dass am Fuss der steifen Borsten des Dionaea-Blattes eine auffallende Einschnürung vorhanden ist, und spätere Untersuchungen haben gezeigt, dass an dieser wie ein Gelenk fungierenden Einschnürungsstelle kranzförmig angeordnet die plasmareichen Sinneszellen liegen. Bei jeder Berührung des steifen Borstenstückes, das als Hebelarm dient, werden die Sinneszellen stark deformiert; namentlich sind es die den Zellwänden anliegenden Plasmahäute, die eine starke Dehnung und Pressung erfahren. Auch die von Ferdinand Cohn vor dreissig Jahren in dieser Stadt entdeckten Fühlborsten der Aldrovandia, einer kleinen insektivoren Wasserpflanze, gehören diesem Typus an: zwischen den beiden steifen Abschnitten der Borste ist das kurze, weiche, sehr biegsame Gelenk eingeschaltet, das aus den Sinneszellen besteht. Wird

eine solche Borste gebogen, so erscheint sie demnach nicht gleichmässig gekrümmt, sondern an der allein sensiblen Gelenkstelle scharf eingeknickt; die Deformierung der Sinneszellen ist demnach eine sehr grosse.

Wir können den eben besprochenen Fällen bereits entnehmen, worin das allgemeinste Bauprinzip der Sinnesorgane für mechanische Reize besteht: stets handelt es sich darum, durch geeignete anatomische Einrichtungen die zur Reizung erforderliche plötzliche Deformierung des empfindlichen Plasmas zu begünstigen und einen möglichst grossen Teil der Gesamtintensität des Stosses gegen die reizempfindlichen Orte der Sinneszellen zu lenken. Reizkonzentration ist kurz gesagt der Sinn aller der Hilfseinrichtungen, die im Bau der Sinnesorgane zur Perzeption mechanischer Reize beobachtet werden.

Zu den empfindlichsten Organen der Pflanze gehören die Ranken, die durch Berührung mit festen Körpern veranlasst werden, sich um sie herumzuwickeln und derart die Pflanze an geeigneten Stützen gleichsam anzubinden. Besonders empfindliche Ranken können schon durch Berührung mit einem Baumwoll- oder Seidenfädchen, das nicht mehr als 0,0002 Milligramm wiegt, mit Erfolg gereizt werden, während die menschliche Haut an den empfindlichsten Stellen erst durch den sanften Aufschlag von 0,002 Milligramm eine Tastempfindung vermittelt. Wenn auch diese Maße nicht direkt vergleichbar sind, so geht daraus doch hervor, wie sehr die Tastempfindlichkeit der Rankenepidermis jener der menschlichen Haut überlegen sein kann. Es hängt dies teilweise damit zusammen, dass die sensiblen Plasmahäute der Epidermiszellen in der Regel nur von sehr dünnen Zellwandungen bedeckt werden, durch die sich die deformierende Wirkung eines lokalen Druckes mit grosser Leichtigkeit fortpflanzt. An den Ranken der Kürbisfrüchtler, deren Sinnesepithel relativ dickere Aussenwände besitzt, hat Pfeffer besondere Fühl- oder Tasttüpfel entdeckt, d. s. winzig kleine, schüsselförmige Membranvertiefungen, die von entsprechend gestalteten Fortsätzen des reizbaren Plasmas ausgefüllt sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dass an diesen exponiertesten Stellen der Sinneszellen die Reizaufnahme erfolgt. Ebenso ist von mir gezeigt worden, dass die für mechanische Reize so überaus empfindlichen Drüsenköpfchen der Sonnentau-Arten Fühltüpfel besitzen; jede sensible Zelle weist einen ganzen Kranz von winzig kleinen Plasmazäpfchen auf, die in die Aussenwand hineinragen.

Sehr mannigfach sind die durch mechanische Reize ausgelösten Bewegungen verschiedener Blütenorgane, besonders der Staubblätter. In der freien Natur werden diese meist raschen Bewegungen durch Insekten ausgelöst, welche die Blüten als Vermittler der Fremdbestäubung besuchen. Fast immer lassen sich nun, wie ich gefunden habe, an den betreffenden Blütenorganen auch Sinnesorgane nachweisen, und zwar stets an jenen Stellen, die von den nach Honig und Pollen fahn-

denden Insekten am sichersten berührt oder gestreift werden: Zweizellige Fühlhaare an den Staubfäden der Centaurea-Arten, kleine und äusserst dünnwandige Fühlpapillen an den Staubblättern von Portulaca und Opuntia, sowie an den Antennen der Catasetumblüte, grosse derbe Papillen mit einer dünnwandigen basalen Gelenkzone behufs Lokalisierung des Reizes an den Staubblättern von Berberis und noch verschiedene andere Einrichtungen lassen erkennen, dass die Fähigkeit zur Ausbildung solcher Sinnesorgane in den verschiedensten Pflanzenfamilien schlummerte und im Lauf der phylogenetischen Entwicklung geweckt worden ist; freilich nur dann, wenn das Bedürfnis dazu vorhanden war. Es ist deshalb kein Argument gegen die Wichtigkeit aller dieser Einzelfälle für die allgemeine Pflanzenphysiologie, wenn hervorgehoben wird, dass bei der überwiegenden Mehrzahl der Pflanzen besondere Sinnesorgane für mechanische Reize augenscheinlich nicht vorhanden sind. Denn nicht nur die abstrakte Durchschnittspflanze interessiert den Forscher. Nicht sie allein liefert den Maßstab für die Beurteilung der Leistungs- und Anpassungsfähigkeit des pflanzlichen Organismus. Sinnesorgane für Stoss- und Berührungsreize sind im Pflanzenreiche nicht deshalb relativ selten, weil nur wenige Pflanzen die Disposition zur Ausbildung solcher Organe im Laufe der phylogenetischen Umgestaltung in sich tragen; der Grund dafür liegt vielmehr darin, dass bei verhältnismässig nur wenigen Pflanzen das biologische Bedürfnis nach Beantwortung mechanischer Reize durch relativ rasche Bewegungen vorhanden ist. Wo sich aber dieses Bedürfnis eingestellt hat, da stellten sich auch fast immer zur prompten und sicheren Auslösung der Reizbewegungen Sinnesorgane ein. Die Fähigkeit, sie auszubilden, ist demnach eine allgemeine Eigenschaft des Pflanzenreiches. —

Eines der wichtigsten Lebensbedürfnisse der Pflanzen ist es, sich im Raume zu orientieren, um ihren einzelnen Organen eine zweckentsprechende Lage erteilen zu können. Das wichtigste Mittel zu dieser Orientierung im Raume ist das Vermögen, die Richtung, in der die Schwerkraft wirkt, wahrzunehmen und dann die betreffenden Organe entsprechend einzustellen. Bekanntlich wird diese wichtige Fähigkeit des Pflanzenkörpers als Geotropismus bezeichnet: die vertikal abwärts wachsenden Hauptwurzeln der höher entwickelten Pflanzen sind positiv geotropisch, die vertikal aufwärts wachsenden Hauptsprosse negativ geotropisch. Dass diese lotrechte Wachstumsrichtung tatsächlich durch die Schwerkraft bedingt wird, hat zuerst Knight vor nahezu hundert Jahren (1806) durch seinen berühmten Rotationsversuch bewiesen. Es ist das eines der interessantesten Beispiele einer indirekten und doch schlagenden Beweisführung. Indem Knight seine Versuchspflanzen, besonders keimende Samen, an einem in der Vertikalebene rasch rotierenden Rade befestigte, erzielte er zweierlei für die Pflanze ganz neue Verhältnisse: erstens wurde durch die Rotation um eine horizontale Achse

jede einseitige Schwerewirkung ausgeschaltet, und zweitens wurden die Pflanzen der Wirkung der Zentrifugalkraft ausgesetzt, die gleich der Schwerkraft den Körpern eine Massenbeschleunigung erteilt. Das Resultat des Versuches war, dass die Wurzeln nach aussen, die Stengel nach innen wuchsen, dass sie also in ihrer Wachstumsrichtung von der Zentrifugalkraft in analoger Weise beeinflusst wurden, wie sonst von der Schwerkraft. Wenn aber Fliehkraft und Schwerkraft in ihrer Wirkung einander ersetzen können, so folgt daraus unabweislich, dass die lotrechte Wachstumsrichtung der Stengel und Wurzeln eine Wirkung der Schwerkraft ist.

Die Rotationsversuche von KNIGTH lehren aber zugleich, wie die Schwerkraft auf die für sie empfindlichen Pflanzenorgane wirkt. Sie kann nur durch Massenbeschleunigung, durch eine Gewichtswirkung zur Geltung kommen und das sensible Plasma reizen. Wie wird nun diese Gewichtswirkung ausgeübt? Nahezu ein volles Jahrhundert musste verstreichen, bis diese Frage in der von mir und BOHUMIL NEMEC begründeten Statolithentheorie des pflanzlichen Geotropismus ihre Beantwortung fand.[1]) Die Art und Weise, wie wir beide, ungefähr gleichzeitig und unabhängig voneinander, zur Aufstellung dieser Theorie gedrängt wurden, ist ein bemerkenswertes Beispiel für die von ERNST MACH so geistvoll erfasste Bedeutung der „Ähnlichkeit und Analogie als Leitmotiv der Forschung." Sie ist zugleich ein Beispiel, wie verschlungen bisweilen die Wege sind, die die Entwicklung der Wissenschaft einschlägt.

Es sind jetzt genau dreissig Jahre her, dass von ERNST MACH und kurz darauf auch von BREUER die Hypothese aufgestellt worden ist, wonach der Sacculus des Vorhofs, beziehungsweise die Otolithenmasse der Macula acustica das Organ zur Empfindung der Lage sei. Schon damals hat BREUER auch die Vermutung geäussert, dass die sog. Gehörorgane der niederen Tiere mit ihren Otolithen vor allem Organe zur Wahrnehmung der Bewegung und Lageveränderung darstellen. Diese Vermutung wurde dann später durch die Untersuchungen von CYON, CHUN, DELAGE, ENGELMANN, VERWORN und KREIDL weiter ausgeführt und experimentell bestätigt; der Name Otolith und Otocyste wurde fallen gelassen und nach dem Vorschlag VERWORNS nunmehr von Statolithen und Statocysten gesprochen. Der Druck der Statolithen auf

1) G. HABERLANDT, Über die Perzeption des geotropischen Reizes. Berichte der Deutschen bot. Gesellschaft Bd. XVIII, 1900. — Über die Statolithenfunktion der Stärkekörner; ebenda Bd. XX, 1902. — Zur Statolithentheorie des Geotropismus. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik Bd. XXXVIII, 1903. — B. NEMEC, Über die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Berichte der Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XVIII, 1900. — Über die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Jahrb. für wissensch. Bot. Bd. XXXVI, 1901. — Die Perzeption des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Berichte der Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XX, 1902.

die sensiblen Teile der Statocysten vermittelt die Wahrnehmung der Richtung, in der die Schwerkraft wirkt, und ermöglicht so eine Orientierungsbewegung, wenn das Tier seine stabile Gleichgewichtslage verloren hat. Es war nun ein naheliegender Gedanke, dass in analoger Weise auch seitens der Pflanze die Perzeption des Schwerkraftreizes, die Wahrnehmung der Schwerkraftrichtung vor sich gehe. Noll[1]) war der erste, der diesen Gedanken bestimmt ausgesprochen hat; allein er unterliess es nachzuforschen, ob die geahnte Analogie im anatomischen Bau der Pflanzen auch tatsächlich realisiert ist. Hier setzten nun meine und Nemec' Arbeiten ein. Wir haben gezeigt, dass die einzelne Statocyste, bei den höher entwickelten Pflanzen wenigstens, aus einer einzelnen Zelle besteht, in der eine Anzahl beweglicher Stärkekörner, die passiv dem Zug der Schwere folgen, den Statolithen entsprechen. Die wandständigen Plasmahäute der Statocyste sind für den Druck der auf ihnen lagernden Stärkekörner in verschiedenem Grade empfindlich, und diese Empfindlichkeit ist so abgestimmt, dass in der geotropischen Gleichgewichtslage der Druck der Stärkekörner auf die physikalisch unteren Plasmahäute nicht empfunden oder wenigstens nicht mit einer Reizbewegung beantwortet wird. Bringt man jedoch das Organ aus seiner Gleichgewichtslage heraus, wird z. B. ein aufrechter Stengel, eine abwärts wachsende Wurzel horizontal gelegt, so sinken die Stärkekörner auf die nunmehr nach unten gekehrten Plasmahäute hinüber, und der dadurch ausgeübte neue und ungewohnte Reiz löst eine geotropische Krümmung aus, die das Organ in die Gleichgewichtslage zurückführt.

Die Zellen mit den sensiblen Plasmahäuten und den umlagerungsfähigen Stärkekörnern sind demnach die Sinneszellen für den Schwerkraftreiz. Sie treten in der Wurzel gewöhnlich an der Spitze auf, im axilen Teil der Wurzelhaube, wo sie zu einem vielzelligen Sinnesorgan vereinigt sind. In den Stengeln und Blattstielen bilden sie meist einen einschichtigen Hohlzylinder, die sog. Stärkescheide, zuweilen auch kleinere Zellgruppen und Zellenzüge von scharfer Begrenzung und Differenzierung. Auch hier muss demnach von geotropischen Sinnesorganen gesprochen werden.

Die Beweisgründe für die Richtigkeit der Statolithentheorie des pflanzlichen Geotropismus sind teils vergleichend-anatomischer, teils experimenteller Natur. Die Statocysten fehlen keinem geotropisch krümmungsfähigen Organ. Stengel und Wurzeln, die nicht geotropisch sind, wie die Zweige der Mistel, die Haftwurzeln des Epheu, besitzen auch keine Statolithenstärke. Pflanzen, die sonst in keinem ihrer Gewebe Stärke ablagern, wie viele Liliaceen, besitzen wohl ausgebildete Statolithenstärke in Wurzelhauben und Stärkescheiden. Die Blumen-

1) Fr. Noll, Über heterogene Induktion. Leipzig 1892.

und Laubblätter mancher Pflanzen, die sich durch geotropische Krümmungsfähigkeit auszeichnen, besitzen ausnahmslos Statocysten, während sie ebendenselben Blütenorganen verwandter Pflanzen, die nicht geotropisch sind, fehlen. Das können doch unmöglich lauter zufällige und bedeutungslose Koinzidenzen sein! — Was dann die experimentellen Beweise betrifft, so hat bereits Darwin gefunden und Czapek bestätigt, dass es die Wurzelspitze ist, die den Schwerkraftreiz wahrnimmt. Wurzeln mit abgeschnittener Spitze sind nicht imstande, sich geotropisch zu krümmen. Wie Nemec gezeigt hat, kehrt das Perzeptionsvermögen erst nach etwa zwei Tagen wieder, wenn in dem Kallus, der inzwischen gebildet wurde, bewegliche Stärke auftritt. Von mir ist gezeigt worden, dass die Stengel verschiedener Pflanzen, die nach anhaltend niederen Temperaturen von 2—8° C. ihren Stärkegehalt gänzlich verloren haben, ins warme Laboratorium gebracht, so lange unfähig sind, die Schwerkraftrichtung wahrzunehmen, als in ihren Sinnesorganen, den Stärkescheiden, die Statolithenstärke fehlt. Erst nach ihrer Wiederbildung treten die geotropischen Krümmungen ein. — Auch den Weg der indirekten Beweisführung habe ich eingeschlagen. Wenn es tatsächlich der Druck der in die Plasmahäute langsam einsinkenden Stärkekörner ist, der als Reiz empfunden wird, so muss eine Beschleunigung der Reizperzeption eintreten, wenn die Deformation des Plasmas seitens der Stärkekörner durch wiederholte Stösse beschleunigt wird. Tatsächlich führen in horizontaler Lage geschüttelte Stengel und Wurzeln schon nach viel kürzerer Induktionsdauer geotropische Krümmungen aus als bei ruhiger Aufstellung. Die Statolithentheorie liess den Erfolg der stossweisen Reizung voraussagen. Jede Theorie aber, die richtig zu prophezeien vermag, darf den Anspruch erheben, als eine befriedigende Zusammenfassung des derzeit bekannten Tatsachenmaterials zu gelten.

Ich gehe nunmehr zu den Sinnesorganen der Pflanzen für Lichtreize über. Bei zahlreichen niederen Pflanzenformen, z. B. den Euglenaceen, verschiedenen Peridineen und bei den Schwärmsporen der meisten Algen, ist der schon seit langem bekannte rote „Augenfleck“ aller Wahrscheinlichkeit nach das Organ der Lichtwahrnehmung. Nach den experimentellen Untersuchungen Theodor Engelmanns ist es aber nicht der Augenfleck selbst, der das Licht perzipiert, sondern das ihm angelagerte farblose Plasma. Der pigmentierte Augenfleck hätte mithin nur die Bedeutung eines Hilfsapparates. Am nächsten liegt es anzunehmen, dass er gleich den „Pigmentbechern“ tierischer Augen als Lichtschirm fungiert, der die lichtperzipierende Plasmapartie vor allseitiger Belichtung schützt und so die Wahrnehmung der Richtung des einfallenden Lichtes erleichtert.

Bei den höher entwickelten Pflanzen ist schon von Darwin die Spitze der Keimblattscheide verschiedener Gräser als ein Lichtperzep-

tionsorgan erkannt worden; doch ist sie nur Sinnesorgan im rein physiologischen Sinne des Wortes; bestimmte histologische Einrichtungen welche die Lichtperzeption vorbereiten oder begünstigen würden, lassen sich hier nicht nachweisen. Anders steht nun die Sache bei den Laubblättern vieler Pflanzen. Es ist schon seit langem bekannt, dass sich die grünen Laubblattspreiten mit ihren Flächen meist senkrecht zur Richtung des einfallenden Lichtes einstellen, und zwar, wie Wiesner gezeigt hat, des stärksten diffusen Lichtes. In dieser „fixen Lichtlage" sind die „euphotometrischen" Blätter am besten beleuchtet, die Assimilation wird am meisten begünstigt. Die Blattspreite gelangt in der Regel durch entsprechende Krümmungen oder Drehungen ihres Bewegungsorgans, des Blattstieles, in die günstige Lichtstellung, und nichts liegt nun näher, als anzunehmen, dass die Spreite dabei auf den Stiel einen dirigierenden Einfluss ausübe: wird das Blatt aus seiner heliotropischen Gleichgewichtslage herausgebracht, wandelt sich also der senkrechte Lichteinfall in einen schrägen um, dann empfindet die Spreite den veränderten Lichteinfall und veranlasst den Stiel, sich so lange entsprechend zu krümmen oder zu drehen, bis das Licht wieder senkrecht einfällt, die fixe Lichtlage wieder erreicht ist. Wenige Annahmen sind in der Pflanzenphysiologie von vorn herein einem so günstigen Vorurteil begegnet, wie diese. Schon Dutrochet, Hanstein u. a. haben sie ausgesprochen, erst Vöchting[1]) aber hat sie experimentell begründet. Aus seinen mit Malva verticillata angestellten Versuchen ging klar hervor, dass trotz der selbständigen heliotropischen Krümmungsfähigkeit des Blattstieles die Spreite an der endgültigen Erreichung der fixen Lichtlage mit beteiligt ist. Nach meinen Versuchen[2]) zeigen die Blätter zahlreicher Pflanzen ein solches Verhalten: der Blattstiel vermittelt auf Grund seiner eigenen Lichtempfindlichkeit gewissermaßen die grobe Einstellung in die günstige Lichtlage; die feine Einstellung dagegen erfolgt unter dem Einfluss der Spreite. Bei manchen Pflanzen ist der Blattstiel nicht oder fast gar nicht heliotropisch, er gehorcht ebenso blind der Blattspreite, wie die Halsmuskulatur dem Kopf eines Vogels, der aus dem Dunkeln ins Helle späht.

Die Laubblattspreiten zahlreicher Pflanzen, vor allem der Schattenpflanzen, besitzen also ein feines Wahrnehmungs- und Unterscheidungsvermögen für die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen. Es fragt sich jetzt wieder, ob dieses Perzeptionsvermögen gleichmässig in den Geweben des Blattes verbreitet ist, oder ob eine Lokalisierung desselben auf bestimmte Zellen, Zellkomplexe oder Gewebearten stattgefunden hat. Indem ich mir diese Frage stellte, war auch schon die Richtung angegeben, in der sich die weitere Untersuchung zu bewegen

1) H. Vöchting, Über die Lichtstellung der Laubblätter. Bot. Ztg. 1888.

2) G. Haberlandt, Die Perzeption des Lichtreizes durch das Laubblatt. Berichte der Deutsch. bot. Gesellschaft Bd. XXII, 1904.

hatte. Ist es wahrscheinlich, dass in dem unter der farblosen Epidermis der Blattoberseite gelegenen grünen Assimilationsgewebe die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen perzipiert wird? Die Antwort kann nur verneinend lauten, denn im Innern des Blattes tritt infolge der unausbleiblichen Reflexionen, Brechungen und Absorptionen eine weitgehende Zerstreuung und Schwächung des Lichtes ein. Eine bestimmte Lichtrichtung kann nicht mehr wahrgenommen werden, weil sie eben nicht mehr vorhanden ist. Und wenn dies selbst der Fall wäre, so würde die weitgehende Schwächung der Intensität des Lichtes die Perzeption erschweren, ja vollständig unmöglich machen. Denn vom Chlorophyllfarbstoff werden gerade jene Lichtstrahlen fast vollständig absorbiert und ausgelöscht, die die stärkste heliotropische Reizung bewirken, das sind die stärker brechbaren blauen und violetten Strahlen. Im Innern des grünen Blattgewebes herrscht also in dieser Hinsicht Dunkelheit, besonders bei typischen Schattenpflanzen, die aber gerade durch ein sehr feines Lichtperzeptionsvermögen ausgezeichnet sind. — Andererseits liegt nicht der geringste Grund zu der Annahme vor, dass die Lichtwahrnehmung vielleicht im Gefässbündelnetz, im Leitungssystem des Blattes erfolgen könnte.

So weist nun alles darauf hin, dass es die obere Epidermis der Blattspreite ist, die die Richtung des einfallenden Lichtes perzipiert. Tatsächlich lassen sich in ihrem histologischen Bau verschiedene Einrichtungen nachweisen, die von diesem Gesichtspunkte aus sofort verständlich werden. Die obere Epidermis der Laubblattspreite besteht in der Regel aus einer einzigen Lage farbloser Zellen. Ein dünner durchsichtiger Plasmabelag bekleidet die Wände und schliesst den klaren Zellsaft ein. Die Aussenwände der Zellen, die an die Atmosphäre grenzen, sind in den meisten Fällen mehr oder minder vorgewölbt, die Innenwände dagegen eben. So gleicht jede einzelne Epidermiszelle einer plankonvexen Linse. Dass sie tatsächlich als Sammellinse fungiert, lässt sich sowohl durch die Konstruktion des Strahlenganges, wie durch die unmittelbare Beobachtung mit Hilfe des Mikroskopes, natürlich auch auf photographischem Wege erweisen. Die senkrecht zur Blattfläche, parallel zur optischen Achse der Linsen einfallenden Strahlen werden dank der papillösen Vorwölbung der Aussenwände so gebrochen, dass die konvergierenden Lichstrahlen die Mitte der Innenwand am stärksten beleuchten, wogegen eine mehr oder minder breite Randzone dunkel bleibt.

Die weiteren Folgerungen über die Art der Lichtperzeption ergeben sich nun von selbst. Wir haben uns die den Innenwänden der Epidermiszellen anliegenden Plasmahäute als lichtempfindlich vorzustellen; sie sind dabei derart auf hohe uud niedrige Lichtintensität abgestimmt, dass heliotropisches Gleichgewicht herrscht, wenn das Mittelfeld stark, die Randzone schwach beleuchtet wird. Sobald nun das Licht nicht

senkrecht, sondern schräg auf die Blattfläche einfällt, so tritt in der Intensitätsverteilung des Lichtes natürlich eine Verschiebung ein: das helle Mittelfeld rückt von der Lichtquelle weg zur Seite, die dunkle Randzone wird einerseits breiter, andererseits schmäler. Diese veränderte, ungewohnte Intensitätsverteilung wird nun als Reiz empfunden. der die entsprechende heliotropische Bewegung im Blattstiel oder Gelenkpolster auslöst.

Nach dieser Auffassung fungiert also die obere Epidermis des dorsiventralen, euphotometrischen Laubblattes als ein lichtperzipierendes Sinnesepithel. Gleich einem einzigen ausgedehnten Facettenauge bedeckt sie die Oberseite des Blattes. Jede Zelle ist Linse und Sinneszelle zugleich; und die die Innenwände der Zellen bekleidenden Plasmahäute, die für den Lichtreiz empfindlich sind, stellen in ihrer Gesamtheit, physiologisch gesprochen, die Retina vor.

Bei dem soeben besprochenen häufigsten Typus der lichtperzipierenden Oberhaut wird der optische Apparat durch Vorwölbung der Aussenwände hergestellt. Als lichtbrechendes Medium fungiert der klare, durchsichtige Zellsaft, dessen Brechungsvermögen gewöhnlich annähernd das des Wassers ist. Bei manchen Pflanzen wird aber die Sammellinse durch eine bikonvexe Verdickung des mittleren Teiles der Aussenwand gebildet; das starke Lichtbrechungsvermögen dieser in die Aussenwände gleichsam eingesetzten kleinen Sammellinsen beruht auf starker Kutinisierung, zuweilen auch auf Verkieselung. Wie ausgezeichnet diese kleinen Linsen wirken, davon kann man sich wieder leicht durch die unmittelbare Beobachtung überzeugen. Hell leuchtend und scharf begrenzt hebt sich im mikroskopischen Bilde das kleine Mittelfeld von der viel schwächer beleuchteten Randzone ab, und schon bei geringer Abweichung vom senkrechten Lichteinfall rückt dieser helle Fleck auf die Seite und zeigt dem Blatte ganz genau an, woher das Licht nun einfällt.

Fragen wir nun nach den Beweisen für die Funktion der oberen Blattepidermis als lichtperzipierendes Sinnesorgan, so ist der Gang der Beweisführung der Hauptsache nach schon in dem bisher Mitgeteilten enthalten.[1]) Einerseits lässt sich durch die histologische Beobachtung und den physikalischen Versuch zeigen, dass die Epidermis einen in optischer Hinsicht vortrefflich konstruierten Apparat zur Wahrnehmung der Richtung des einfallenden Lichtes darstellt. Andererseits lässt sich ebenso sicher dartun, dass die optischen Voraussetzungen für die Perzeption der Lichtrichtung in den subepidermalen Blattgeweben höchst ungünstige sind. Aus der Gegenüberstellung dieser beiden Tatsachen ergibt sich mit logischer Konsequenz die Anerkennung der Epidermis

1) Die Ergebnisse meiner noch nicht ganz abgeschlossenen Versuche, die durch Ausschaltung der Linsenfunktion der Epidermiszellen auf eine direkte Beweisführung abzielen, werde ich später an anderer Stelle mitteilen.

als Sinnesorgan der Lichtperzeption. Dieser Weg der Beweisführung wird in der Physiologie der Gewebe oft genug eingeschlagen. So ist z. B. die Entdeckung des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen durch Schwendener auf Grund eines analogen Beweisverfahrens erfolgt. —

In der grossen Mehrzahl der Fälle sind alle Zellen der oberen Blattepidermis gleichmässig an der Lichtperzeption beteiligt. In manchen Fällen aber hat eine Arbeitsteilung stattgefunden. Bei der in Peru einheimischen Acanthacee Fittonia Verschaffelti bilden die kleinen nicht papillösen Epidermiszellen der Blattoberseite ein Maschenwerk. Jede Masche wird von einer grossen, im Grundriss kreisrunden Zelle ausgefüllt, die kuppelförmig emporragt. Am Scheitel sitzt ihr eine zweite sehr kleine Zelle auf; sie hat die Gestalt einer bikonvexen Linse und besitzt einen vollkommen klaren, stark lichtbrechenden Inhalt. Das Experiment lehrt, dass diese Zelle als Sammellinse fungiert, während die untere Zelle mit ihrer ebenen Innenwand in erster Linie die Sinneszelle darstellt. Auch bei Impatiens Mariannae habe ich derartiges beobachtet. Die Ähnlichkeit dieser zweizelligen Lichtperzeptionsorgane mit einfach gebauten „Richtungsaugen“ bei niederen Tieren ist nicht zu verkennen. Will man sie gleichfalls als Richtungsaugen, Ocellen, Photierorgane oder mit sonst einem Ausdruck bezeichnen, der der vergleichenden Anatomie der Tiere entnommen ist, so wird dagegen nicht viel einzuwenden sein. Wichtiger aber als die Namengebung ist die Tatsache, dass auch auf dem Gebiete der Lichtwahrnehmung die Pflanzenwelt im wesentlichen über die gleichen Mittel verfügt wie die Tierwelt.

Ob im Pflanzenreiche auch Sinnesorgane für chemische Reize, den Geschmacks- und Geruchsorganen der Tiere vergleichbar, vorkommen, muss dahingestellt bleiben. Ebenso ist es ganz ungewiss, ob es auch Pflanzen gibt, die Sinnesorgane für Wärmereize besitzen. Einstweilen genügt die Tatsache der grossen Verbreitung von Sinnesorganen für mechanische Reize, für den Schwerkraft- und Lichtreiz, um bestimmt behaupten zu können, dass auf dem Gebiete der Reizwahrnehmung ein Unterschied zwischen Tier- und Pflanzenreich nicht existiert, weder in physiologischer, noch auch in anatomischer Hinsicht. Ja, wenn wir uns vor Augen halten, wie weitgehend die Analogie der Konstruktionsprinzipien ist, nach denen im Tier- und Pflanzenreich die Sinnesorgane gebaut sind, so wird uns auch klar, dass auf keinem Gebiete des anatomischen und histologischen Aufbaus die Ähnlichkeit zwischen Tieren und Pflanzen so gross ist, wie auf dem Gebiete der Sinnesorgane. Wir dürfen daraus auch folgern, dass die geheimnisvollen intraplasmatischen Vorgänge bei der Reizaufnahme in beiden Reichen organischen Lebens der Hauptsache nach dieselben sind.

So ist dasjenige, was Tier- und Pflanzenreich am tiefgreifendsten zu trennen schien, dank hundertjähriger Forscherarbeit zu einer weitspannenden Brücke geworden, die beide Reiche verbindet.

V.

Zellenmechanik und Zellenleben.

Von

L. Rhumbler.

Der alte Begriff der Lebenskraft, der im vorigen Jahrhundert als ein Paradigma dafür gegolten hat, wie die Aufdeckung wissenschaftlicher Probleme durch einen Terminus technicus erschwert werden kann, scheint mit dem Anfang des neuen Jahrhunderts in neuer, etwas umgeänderter Gestalt wieder aufleben zu sollen. Der Neovitalismus, der neuerdings so viele Geister, auch solche hervorragenden Ranges, in seinen Bann zu nehmen droht, hat den von den Forschern der Vorzeiten geschaffenen Begriff der Lebenskraft noch vollends des Mechanischen entkleidet, das ihm anhaftete; man hat so zu sagen dem verständig zweckvoll handelnden, in dem organischen Stoff wohnenden und doch selbst stofflosen Zaubermeister Lebenskraft des 18. Jahrhunderts die Arme abgeschlagen, mit denen er die organische Materie mechanisch dirigieren konnte, und hat ihm nur seinen Verstand gelassen, der, im Gegenwärtigen denkend, Künftiges vorausweiss und das Gegenwärtige für künftige Zwecke metaphysich ordnet und sichtet. Während der Ausdruck Lebenskraft in seiner Silbe Kraft noch auf eine mechanische Anschauungsmöglichkeit unbedingt hinwies, sind die neueren Begriffe der Entelechie, der Entwicklungsintelligenz, der Dominanten u. a. von ihren Urhebern ausdrücklich jeder mechanischen Vorstellbarkeit entzogen worden. Selbst stofflos, meistern sie den Stoff. Ein Denken ohne Gehirn, eine Direktion der lebenden Substanzmassen zum Richtigen, zum Zweckmässigen ohne Zentralstelle und Leitungsbahnen scheint nach der neuen Lehre das stofflose Agens, Drieschs Entelechie, schon im Ei allwärts und diffus verbreitet, um jeden einzelnen Substanzteil einer vernünftigen gebrauchsfähigen Ausbildung entgegenzuführen, einerlei ob er in seinem hergekommenen Verbande verbleibt, oder ob ihn die

Hand des Experimentators von seinen früheren Mitteilen trennt und ihm hierdurch Selbständigkeit aufzwingt.

Die rechtzeitig isolierte Furchungszelle gestaltet aus sich heraus unter Vorgängen, die ihrem inneren Wesen nach einer mechanistischen, d. h. physikalisch-chemischen Erklärung prinzipiell unzugänglich sein sollen, einen wohlgebildeten, nur entsprechend kleineren Embryo, obgleich sie vor ihrer Isolierung im ungestörten Eiganzen einen in seiner Totalität anderen, viel beschränkteren Aufgabenkomplex zu erfüllen gehabt hatte. Was sich bis jetzt bei diesen Gestaltungsvorgängen mechanistisch hat analysieren lassen, wie beispielsweise die erste Zusammenlagerung der Furchungszellen nach dem Minimalflächengesetz, die Wirkung der Oberflächenspannung bei der kugeligen Ausgestaltung der früheren Embryonalzellen und dergleichen mehr, also Vorgänge, die auch von den Neovitalisten in ihrer mechanistischen Erklärbarkeit nicht angezweifelt werden, wird von der neuen Lehre nur als Mittel der Formbildung angesehen, macht aber unter keinen Umständen das eigentlich Wesentliche der zweckmässigen embryonalen Formwandlung aus; dieser „Mittel der Formbildung“ bedarf die Entwickungsintelligenz, weil sie Massen zu bewegen und zu ordnen hat, aber der zweckvolle Plan dieser Bewegungen und Ordnungen, der das eigentliche Wesen der Entelechie ausmacht, thront als Incommensurabile über diesen mechanistisch analysierbaren Vorgängen und ist selbst prinzipiell unmechanistisch. Hier treffen wir auf die Wunde, an der unserer Ansicht nach der Neovitalismus über kurz oder lang verbluten muss. Er erkennt die Zulässigkeit, sogar die Notwendigkeit mechanistischer „Mittel der Formbildung“ zur Bewältigung der Massenfaktoren: der Trägheitsmomente, der chemischen Umwandlungen etc. etc. an; seine Aufgabe wäre es daher zu zeigen, wie die von ihm anerkannten mechanistischen Mittel der Formbildung von unmechanistischen Agentien aus in Gang gesetzt werden können — eine Aufgabe, die er bis jetzt nicht gelöst hat, und die er wohl auch nie zu lösen imstande sein wird.

Unsere gesamten Naturerfahrungen lehren uns, dass mechanistische, d. h. im Rahmen der Physik und Chemie sich abspielende Vorgänge nur wieder durch mechanistische Vorgänge eingeleitet und fortgeführt werden können. Ein mechanisches System, das von einem unmechanischen Ausgangspunkt aus in Gang gesetzt wird, widerspricht unseren gesamten wissenschaftlichen Erfahrungen und als gesichert angesehenen Schlussfolgerungen, die unbedingte Kontinuität der mechanistischen Kausalverkettung verlangen; ein Mechanismus mit zweierlei Enden, einem „mechanischen und einem nichtmechanischen“, auch wenn letzteres im Unzugänglichen liegend gedacht wird, ist für den Physiker ein Unding; ein Mechanismus mit auch nur einem einzigen „nicht“mechanischen Gliede als mitwirkende Notwendigkeit im mechanischen System

ist, wo es auch hingedacht wird, ob am Anfang, in der Mitte oder am Ende des Systems, zur Zeit für unsere Sinne in keiner Weise naturgesetzlich vorstellbar.

Wenn wir hiernach im Gegensatz zu den Neovitalisten behaupten, dass die zweckmässigen Stoffumlagerungen und Gruppierungen nicht nur im Werdegeschehen der Embryonalentwicklung, sondern auch bei allen übrigen Lebensfunktionen der Organismen sich mit Denknotwendigkeit mechanisch vollziehen müssen, weil der Stoff, mit welchem das Leben arbeitet und in welchem es sich entwickelt, physikalisch betrachtet, eben auch nichts anderes als eine „Masse“ ist, die, so sehr sie auch kompliziert sein mag, sich den Gesetzen der Massen, d. h. der Physik und Chemie nicht entziehen kann, so ist natürlich hiermit doch lange nicht gesagt, dass wir nun deshalb auch den ganzen Mechanismus der Lebewesen bis in die letzte Faser hinein zu erkennen imstande sein müssten, oder dass im Organismus nicht Energiearten vorhanden sein könnten, die ausserhalb desselben überhaupt nicht vorkommen Im Gegenteil scheint das ja bis zur Stunde in Anbetracht der psychischen Qualitäten der Organismen so gut wie gewiss. Aber was das auch für Energiearten sein mögen; sie müssen mechanisch eingreifen können und deshalb auch selbst mechanisch sein. Ehe man aber ein Urteil darüber fällt, ob dem lebenden Organismus derartige besondere vitale, mechanisch-wirkungsfähige Energiearten beiwohnen, wo sie eventuell ihren Sitz haben, nach welchen Gesetzen sie wirken, ist es die näherliegende und wegen des bereits auf anorganischem Gebiete vorliegenden Erfahrungsmaterials auch die leichtere, auf Lösung aussichtsvollere Aufgabe, ausfindig zu machen, bis zu welchem Grade sich die Lebensgeschehnisse mit Energiearten und Mechanismen in Verbindung vorstellen lassen, die wir aus der Mechanik der nicht lebenden Stoffe anorganischer oder organischer Herkunft kennen. Die Physiologie hat bereits für die dem Experiment und der mechanischen Analyse im allgemeinen leichter zugänglichen grösseren Organe und Organsysteme eine grosse Reihe solcher Mechanismen im weitesten Sinne festgestellt, die zum mindesten streckenweise auch ohne Heranziehung spezifisch-vitaler Faktoren allgemein mechanisch darstellbar sind, es sei hier nur erinnert an die physiologische Optik, das Bewegungssystem des Blutkreislaufes, die Mechanik des Ganges und dergleichen mehr Sie zeigen, dass Leben und allgemein mechanische Analysierbarkeit sich nicht ausschliessen.

Das Leben ist das gemeinsame Werk von Zellen, Zellteilen und Zellprodukten. Wenn sich die Vorgänge grösserer Organsysteme allgemein mechanisch haben darstellen lassen, so wird sich die Frage erheben, ob wir nicht auch die Mechanik der Elementarbestandteile dieser Organsysteme, der Zellen nämlich, aufzuklären imstande sind. Wenn ein grösseres Kompaktum sich mechanischer Behandlung fügt,

so werden sich auch die Konstituenten des Kompaktums fügen. Die Erfolge der Organmechanik geben uns Mut zur Begründung einer Zellmechanik.

Dieser Mut wird zunächst dreierlei, wie es auf den ersten Anblick scheint, nicht leicht wiegende Bedenken niederzukämpfen haben. In erster Linie scheinen die Zellen verschiedener Organismen und die Zellen verschiedener Organe an sich so verschiedenartig oder, anders gesprochen, derart individualisiert, dass man vielleicht mit Recht behaupten darf, es gäbe auf der ganzen Erde keine zwei Zellen, die als in allen Stücken genau gleich strukturiert angenommen werden dürften. Nun könnte jede individuell eigentümliche Zelle auch mit einem individuell eigentümlichen Mechanismus arbeiten, und die Aussicht scheint gering, für ein solches Wirrsal von Mechanismen etwas Gemeinsames, das den Namen einer Zellmechanik verdiente, ausfindig machen zu können. Diese Befürchtung wird aber angesichts der Tatsache entkräftet, dass sogar bei einem so hochwichtigen Vorgang, wie ihn der Teilungsakt der Zelle darstellt, mit fast monotoner Gleichmässigkeit bei den allerverschiedenartigsten Zellen immer die gleichen oder ähnliche Umlagerungserscheinungen der Zell- und Kernbestandteile eintreten, sie werden also offenbar von einem gleichen oder ähnlichen Mechanismus bewegt, so sehr sie auch ihrer inneren Intimstruktur nach verschieden sein mögen. Wie sich gleicher Mechanismus mit ungleichem Chemismus verträgt, werden wir bald sehen.

Das zweite Bedenken könnte auf der Komplikation der lebenden Masse fussen und behaupten, Substanzverlagerungen innerhalb dieser komplizierten Substanz müssen dermaßen komplizierte Ursachen haben, dass eine Aufdeckung derselben mit unseren heutigen menschlichen Erkenntnismitteln nicht möglich ist.

Dieser Einwurf ist durch zweierlei zu beschwichtigen: In erster Linie, so antworten wir hier, ist eine übertrieben hohe Komplikation der mechanischen Arbeit der Zellen schon deshalb durchaus unwahrscheinlich, weil die Zellen mit so überaus grosser Sicherheit arbeiten. Ein Mechanismus arbeitet im allgemeinen um so exakter und zuverlässiger, je einfacher er ist. Der Astronom z. B. konstruiert seine Uhr, von deren exaktem Gang die Verwertbarkeit seiner Untersuchungen abhängt, nicht mit möglichst vielen, sondern mit möglichst wenig Rädern und Zähnen, weil er weiss, dass jedes neue Rad eine neue Quelle von Störungen sein kann. Je einfacher, je sicherer und besser, das muss für das organische Getriebe voraussichtlich genau ebenso gelten, wie es für jedes andere mechanische Getriebe gilt.

In zweiter Linie aber zeigt uns die Kant-Laplacesche Enstehungstheorie des Planetensystems, dass die Einfachheit eines mechanischen Systems dem Umwandlungskönnen und Vielgestaltigkeitsvermögen seiner einzelnen Konstituenten keinerlei Fesseln auferlegt. Das gewaltige Urei

für Anorganisches und Organisches, der immense Feuerglutball, hat unter der Gebieterschaft der einfachen Kräftearten Oberflächenspannung und Gravitation den Erdballplaneten abgeschleudert, der in sich die prospektive Potenz, d. h. das Schaffungsvermögen, trug, die Skala organischen Lebens bis zum Menschen hinauf aus sich hervorgehen zu lassen. Es ist also prinzipiell durchaus denkbar, dass auch sonst das komplizierte Endresultat des gesamten Formbildungsablaufes von einem mechanisch einfachen Formbildungsausgangspunkt abzuleiten ist.

Ein dritter Warnruf der Neuzeit gegen die materialistische Zellmechanik behauptet, dass das eigentlich Ausschlaggebende bei den Aktionen der lebenden Substanz vielleicht im ultramikroskopischen Gebiete zu suchen sei und sich bereits an den kleinsten, nicht sichtbar zu machenden Elementarteilchen abspiele. Hierauf lässt sich antworten, dass nach neueren Berechnungen im ultramikroskopischen Gebiet gar kein Platz mehr für komplizierte Mechanismen vorhanden ist, da im kleinsten sichtbaren Teilchen (ca. $^1/_{20}\,\mu$) unserer heutigen Mikroskope nach Errera nur etwa 1000, nach Hendrik etwa 1250 Eiweissmoleküle denkbar sind. Diese Berechnungen mögen diejenigen an Vorsicht gemahnen, die allzu freigebig nie gesehene metamikroskopische Teilchen mit verwickelten Rollen versehen, um Dinge im Lebensgeschehen zu erklären, bei denen ihre Erklärungsbefähigung im Sichtbaren versagt. Uns bestärken sie in unserer Absicht, das sichtbare Zellenleben in sichtbare mechanistische Faktoren zu zergliedern.

Die Komplikation und individuelle Verschiedenheit der organischen Materie braucht durchaus nicht in gleichem Grade auch alle in ihr ablaufenden mechanischen Vorgänge zu komplizieren und zu individualisieren, d. h. für die Einzelzelle spezifisch zu gestalten; die Physik zeigt uns vielmehr, dass chemisch sehr verschiedenartige Substanzen sich trotz ihrer Verschiedenheit in einer grossen Menge von Beziehungen gleich verhalten, wenn sie denselben Aggregatzustand besitzen; so kennt die Physik eine Dynamik fester, flüssiger und gasförmiger Körper, ohne dass sie auf die chemische Natur dieser Körper hierbei besondere Rücksicht zu nehmen hätte; nur besondere Variationen und Modifikationen treten auch hier gelegentlich mit der chemischen Verschiedenheit und der Verschiedenheit der Konstanten der zusammen betrachteten Substanzen ein; eine ganze Summe von Gesetzen gilt aber ausnahmslos für alle beliebigen Stoffe desselben Aggregatzustandes. Wir leiten hieraus den Satz ab: Mechanische Ähnlichkeit bedingt nicht chemische Ähnlichkeit.

Trotz der Verschiedenartigkeit der Zellen, die auf der Verschiedenartigkeit ihrer chemischen Konstituenten und deren gegenseitiger Lagerung beruht, ist eine weithin geltende Gleichheit oder Ähnlichkeit in den mechanischen Leistungen der verschiedenen Zellen denkbar, wenn die agierenden Zellsubstanzen sich in demselben oder doch sehr

ähnlichen Aggregatzustand befinden. So war die Feststellung des Aggregatzustandes der lebenden Substanz die erste Hauptaufgabe der Zellmechanik. Wie bei dieser Feststellung des Aggregatzustandes der lebenden Substanz die Wage der Diskussion zwischen Flüssig, bezw. Zähflüssig und Weichfest bis Fest hin- und herschwankte, kann nicht ausgeführt werden; doch steht soviel sicher, dass sich die überwiegende Mehrzahl der Forscher, die sich mit der Aggregatzustandsfrage aus zellmechanischen Rücksichten beschäftigt haben — ich nenne hier nur Max Schultze, Häckel, Kühne aus älterer Zeit, Berthold, Bütschli, Quincke, O. Lehmann, Verworn, Jensen, Albrecht, Pütter aus neuerer Zeit —, rückhaltslos für einen rein flüssigen Charakter der lebenden Zellsubstanz eingetreten sind, wennschon die gelegentliche Ablagerung und Einlagerung fester Partikelchen in allerverschiedenster Form innerhalb der lebenden flüssigen Plasmamassen von keiner Seite bestritten wurde. Ich selbst halte den flüssigen Aggregatzustand der lebenden Zelleibmasse für eine grosse Zahl von Zellkategorien für erwiesen, seitdem der Nachweis geglückt ist, dass die lebende Inhaltsmasse der betreffenden, an sich sehr verschiedenen Zellen nicht bloss einzelnen, sondern allen physikalischen Kriterien der Flüssigkeiten genügt.

Sich selbst überlassen, zeigt sie im Leben keinerlei „innere Elastizität" von messbarer Grösse; so vermag sie in den sogenannten Protoplasmaströmungen ihre Einlagerungen in Wirbeln von kleinstem Radius durcheinander zu wälzen; ihr fehlt wie allen Flüssigkeiten jede merkbare Kompressibilität; wie der Tatsache entnommen werden kann, dass sich die Protoplasmaströmung an künstlich unter lokalen Druck (bis zu 7 Atmosphären) gestellten Zellstellen genau ebenso rasch vollzieht als an den übrigen, einem besonderen Druck nicht unterworfenen Stellen der Zelle. Sie gehorcht schliesslich den drei Kapillaritätsgesetzen. Wie das erste Kapillaritätsgesetz fordert, zeigt sie in flüssiger Umgebung das Bestreben, ihre Oberfläche so klein als irgend möglich zu machen, sie lässt also die Folgen der für Flüssigkeiten geltenden Oberflächenspannung erkennen; getreu dem zweiten Kapillaritätsgesetz, benetzt sie die gleiche feste Wandart mit dem gleichen Randwinkel und breitet sich, auf eine Wasseroberfläche gebracht, wie die meisten anderen Flüssigkeiten von den Oberflächenkräften des Wassers unter momentanem Absterben auseinandergezogen, zu einer unendlich dünnen Haut aus; und schliesslich wird sie auch, wie das dritte Kapillaritätsgesetz erwarten lässt, innerhalb dünner Glaskapillaren willenlos hochgezogen, was mit keiner Substanz von irgend welcher Festigkeit ohne fremde Zuhilfe geschehen könnte.

Die Kategorien lebender Zellinhalte, für welche die angeführten gesamten Flüssigkeitskriterien festgestellt werden konnten (Mangel der inneren Elastizität, der Kompressibilität und Geltung der drei Kapillaritätsgesetze), sind die nackten Protoplasmakörper von Rhizopoden

der verschiedensten Art, von Myxomyceten, dann diejenigen der Furchungszellen von ganz verschiedenen Tierspezies und schliesslich der Zellinhalt Protoplasmaströmung zeigender Zellen. Für diese Zellkategorien ist also ein physikalisch sicherer Boden für zellmechanische Analyse gewonnen, und es fragt sich nun, was sich seither auf diesem Boden hat abernten lassen.

Wir nehmen hier von einer genau chronologischen Folge unserer Erkenntnisse Abstand, sondern ordnen sie besser nach systematisch-mechanischen Gesichtspunkten. Es ist nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, dass alle bis jetzt zur Beobachtung gekommenen mechanischen Leistungen der Rhizopoden, der nackten und beschalten Amoeben also, der Myxomyceten und jedenfalls auch der Leukocyten, denen in allem Amoebennatur anhaftet, sich ohne weiteres auf Grund der Flüssigkeitsmechanik begreifbar darstellen lassen. Die eigentümliche fliessende, formveränderliche Bewegungsart der Amoeben, die man ihrer Eigenart wegen als amoeboide bezeichnet, die ohne jegliche sonstige Bewegungswerkzeuge weder mit beinartigen Hebelwerken, noch mit ruderähnlichen Geisseln, noch mit erstarrenden abstossenden Fahrbaumfäden, wie sie anderen Organismen zukommen, arbeitet, findet ihre mechanisch einfache, vollgültige Erklärung im Spiel einer veränderlichen Oberflächenspannung. Wo auf der lebenden Oberfläche des Amoebenkörpers auf Grund äusserer oder innerer chemischer oder physikalischer Einflüsse die Oberflächenspannung verringert wird, dahin fliesst der Zellinhalt sich zum sogenannten Pseudopodium vorwölbend, unter einem ganz bestimmten Strömungsbild vor, weil er von dem Oberflächendruck der übrigen, in ihrer Spannung nicht erniedrigten Oberflächenstellen nach der Seite des niederen Druckes notwendig abfliessen muss, bis ihm der sogenannte Krümmungsdruck der vorgeflossenen Pseudopodienmasse das Gleichgewicht zu halten vermag. Diese Erklärung gehört zu den ältesten zellmechanischen Leistungen und ist meines Wissens zuerst von Berthold vor ungefähr 20 Jahren gegeben worden; ihrem wesentlichen Kern nach ist sie unangefochten geblieben, nur darüber entstanden noch nicht zum Abschluss gekommene Meinungsdifferenzen, worauf die lokalen Spannungserniedrigungen auf der Oberfläche im genaueren beruhen. Wie auch hier der endgültige Entscheid fallen wird, wie weit Berthold Recht behalten mag, wenn er differente Adhäsionsverhältnisse zu dem Untergrund annimmt, auf welchem die Amoebe hinkriecht, oder ob Bütschli und Quincke das Richtige getroffen haben, wenn sie in lokalen Ausbreitungszentren von Substanzen mit geringerer Oberflächenspannung den mechanischen Ausgangspunkt der Pseudopodienbildung erblicken, oder ob Verworn, der in lokalen Oxydationen der Oberflächenmoleküle den Grund der Spannungserniedrigung sieht, auf dem rechten Gleise ist, oder welchen neuen Gang die weitere Durchführung der Theorie auch nehmen wird; dass das zu

Erklärende mit der Theorie in mechanischer Zusammenstimmung steht, das hat Bütschli dadurch dargetan, dass er Flüssigkeitsgemische kombinierte, die sechs Tage lang in amoebengleichen Bewegungen und unter ganz gleichen Strömungsbildern durch lokale temporäre Spannungsherabsetzungen in ihrer Oberfläche selbsttätig herumzukriechen vermochten. Ist aber die Ungleichheit der Oberflächenspannung das Movens für die Bewegung membranloser Zellkörper, dann lässt sich erwarten, dass alle Mittel, mit welchen sich gemeinhin die Oberflächenspannung physikalisch beeinflussen lässt, auch gegebenen Falls die Bewegung der Zellkörper beeinflussen müssen. Die Oberflächenspannungen lassen sich aber, wie die Physik uns lehrt, beeinflussen durch chemische Veränderungen, durch Wärme, durch Elektrizität und durch Berührung mit anderen Körpern. In der Tat entspricht das Tatsachenmaterial diesen Erwartungen; wir wissen aus den Erscheinungen des Chemotropismus, dass einseitig auf die Zelle einwirkende, gelöste chemische Substanzen amoeboide Zellen derart beeinflussen können, dass sie je nach den Umständen nach der gelösten Substanz gesetzmässig willenlos hinkriechen, wenn es sich um positiven Chemotropismus handelt, oder von ihr wegkriechen, wenn der Chemotropismus negativ ist. Beim positiven Chemotropismus bewirkt die auf die Amoebenoberfläche mit einem Konzentrationsgefälle auftreffende gelöste Substanz eine Herabminderung der Oberflächenspannung am Auftreffpunkte, beim negativen aber eine Steigerung derselben. Der Chemotropismus lässt sich leicht, wie ich und später Bernstein gezeigt haben, mit verschiedenen Flüssigkeiten, die in einem nicht mischbaren Medium eingebettet sind, bewegungsbildlich nachahmen, wenn man ihnen seitlich, aus einer Kapillarröhre etwa, eine Substanz zuleitet, die beim Auftreffen an der Stelle grösster Konzentration ihre Oberflächenspannung herabmindert oder erhöht.

Genau dasselbe wie für den Chemotropismus amoeboider Zellen gilt für den Thermotropismus, der sich durch thermische Veränderungen der Oberflächenspannung, und für den Galvanotropismus, der sich, wenn auch, wie J. Löb sich ausdrückt, vermutlich nur ein Kunstprodukt der Laboratorien und in der freien Natur kaum vorkommend, in derselben Weise durch elektrische Oberflächenspannungsveränderungen schlicht und einfach erklären lässt.

Nach verschiedenen Richtungen in das Biologische hinein lichtwerfend erweist sich die Anwendung der Oberflächenspannungsgesetze auf die Berührung lebender Zellflächen mit festen Körpern. Es lässt sich in dieser Hinsicht ein Gesetz ableiten, das ich als Importgesetz bezeichnet habe. Es lautet: Trifft ein Fremdkörper mit der Grenzfläche zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten zusammen, so wird er von derjenigen Flüssigkeit umflossen, oder, wie ich mich ausdrückte, er wird von derjenigen Flüssigkeit importiert, zu der er die grössere Adhäsion

besitzt. Ist der Fremdkörper schwer, so dass sein Gewicht von den Adhäsionskräften nicht bewegt werden kann, dann fliesst die besser adhärierende Flüssigkeit um ihn herum und hüllt ihn vollständig ein ist er dagegen leicht und die besser adhärierende Flüssigkeit aus irgend einem Grunde, vielleicht weil sie auf einer Unterlage festklebt, weniger beweglich, dann wandert der Fremdkörper selbsttätig in die besser adhärierende Flüssigkeit hinein, so dass sich die Oberfläche wieder hinter ihm schliesst, ohne dass sich dabei ihre Gestalt im wesentlichen ändert. Beide Arten der Fremdkörperaufnahme, sowohl das aktive Umfliessen, wie das passive Eingezogenwerden, lassen sich bei der Nahrungsaufnahme der Amoeben, bei der die Amoebe die an dem Nahrungskörper besser adhärierende, das umgebende Wasser die schlechter adhärierende Flüssigkeit darstellt, beobachten und unter entsprechenden Umständen ohne weiteres mit nicht lebenden Flüssigkeiten nachahmen. Selbst die Nahrungskünstlerin Amoeba verrucosa, die Oscillarienfäden von 20facher Länge ihres eigenen Leibes, ohne selbst namhafte Bewegungen auszuführen, in ihrem Innern zu einem Knäuel aufzurollen vermag, entzieht sich dem mechanischen Analogieversuch nicht. Ein Chloroformtropfen, der in Wasser liegt, vermag dasselbe, wenn man einen stark adhärierenden Faden, einen feinen Schellackfaden z. B., mit seiner Oberfläche in Berührung bringt; er wickelt mit gleicher Ruhe diesen importierten Faden nach demselben System wie die Amoebe auf. Bringt man ein überschellacktes Glasfädchen mit einem in Wasser liegenden Chloroformtropfen in Berührung, so wird es von dem Chloroformtropfen importiert. Das Chloroform löst dann aber allmählich die Schellackrinde ab, und nun wird, da der entrindete Glasfaden eine grössere Adhäsion zum umgebenden Wasser hat, der Glasfaden wie eine Fäkalie nach aussen ins Wasser abgeworfen.

In analoger Weise nimmt eine Amoebe eine Diatomee auf, um nach Lösung des Weichkörpers der Diatomee den Panzer derselben nach aussen zu werfen. In beiden Fällen ist die Einfuhr an die Anwesenheit, die Ausfuhr an die Abwesenheit der löslichen Substanz geknüpft. Die Löslichkeit der Substanzen des Fremdkörpers bedingt nämlich mit physikalischer Notwendigkeit eine den Import ermöglichende grosse Adhäsion zwischen löslichen Substanzen und Amoebenplasma, denn die physikalische Bedingung für Löslichkeit heisst: Adhäsion grösser als Kohäsion; die Entfernung der löslichen Substanzen durch Verdauung hebt diese Adhäsion auf, und der Körper kann nun mehr aus dem Weichkörper entfernt werden, sofern er die zum Export notwendige Adhäsion zum umgebenden Wasser besitzt. In gleicher Weise bedingen chemische Wechselwirkungen gleichfalls eine notwendig grosse Adhäsion zwischen den in Wechselbeziehungen stehenden Substanzen; so erklärt es sich, dass organische Bestandteile der Amoebe, Kern und andere notwendige Einlagerungen und etwa vorhandene, in chemischer

Wechselwirkung zu den Amoeben stehende kommensalistische Algen nicht aus dem Amoebenkörper entfernt werden; eine Eigentümlichkeit, auf die Pfeffer zuerst als der Erklärung bedürftig hingewiesen hat. Wie es mit den genannten Lebensleistungen der Amoeben steht, ebenso steht es auch mit all ihren anderen mechanischen Leistungen. Sie sind alle, so wundersam sie oft auf den ersten Anblick erscheinen mögen, auf Grund der Flüssigkeitsgesetze in einfachster Weise erklärbar. Karl Brandt hat das Entstehen und Vergehen von Vakuolen im Rhizopodenkörper mit den osmotischen Gesetzen rechnerisch in Verbindung gesetzt. Die herrlichen Gerüstbildungen der Radiolarien hat Dreyer bereits vor 12 Jahren mit der Flüssigkeitsmechanik in Einklang gebracht; ich selbst habe in jüngerer Zeit auch die allerverwickelsten Schalenbildungen der Foraminiferen mit ihren vielen Besonderheiten im Aufbau der Wand, in der Anlage der Kammern, auf rein physikalische Faktoren derart zurückzuführen vermocht, dass sich die Form, die eine lädierte Schale während der Regeneration annimmt, mit Sicherheit im voraus berechnen lässt, und zwar nur aus Faktoren, die physikalisch a priori unter den gegebenen Verhältnissen zu erwarten sind, von denen keiner also einen spezifisch vitalen, nur an Lebendes gebundenen Charakter trägt. Gerade bei diesen Schalenregenerationen war von einem Gestaltungstrieb der Regeneration gesprochen worden. Die Kunstfertigkeit und das in Bezug auf die von aussen aufgenommenen Bausteinchen bekundete Auswahlvermögen, welche als ein psychisches Moment bei dem Schalenbau der Difflugien besondere anstaunende Bewunderung erregt hatte, haben sich auch durch künstliche Tropfen erreichen, ja überbieten lassen. Alles, was die Amoebe an Einzelleistung zu Wege bringen kann, das kann auch der künstliche Tropfen.

Die bei Protozoen anderer Art vorkommenden Cilien- und Flimmerbewegungen schienen bislang der zellmechanischen Behandlung Widerstand zu bieten, aber schon macht Pütter darauf aufmerksam, dass Kölsch bei einer Reihe von ciliaten Infusorien als Produkt einer regressiven Stoffwechselstörung Myelinfäden auftreten sah, die selbständig ganz ähnliche Bewegungen ausführten wie die Cilien. Wenn auch zur Stunde nicht gesagt werden kann, ob auch hier die mechanischen — natürlich auf keinen Fall die chemischen — Bedingungen übereinstimmen, so weist doch die grosse Unabhängigkeit der Flimmerbewegung von den zugehörigen Zellteilen (von der Zelle abgerissene Cilien flimmern für sich bekanntlich weiter) und das Ausharren der Flimmerbewegung durch mehrere Tage nach dem Tode selbst durch die Totenstarre hindurch darauf hin, dass auch der Mechanismus der Flimmercilien nicht sehr kompliziert sein kann, und dass wir auch hier noch bessere Einsicht erhoffen dürfen.

Unter den früher genannten Zellkategorien, für welche der flüssige

Aggregatzustand ihres Zelleibes als erwiesen angesehen werden kann, werden die Furchungszellen als Formbildner während der Embryonalentwicklung besondere Aufmerksamkeit anziehen. Auch hier haben sich die Gesetze der Oberflächenspannung bereits bewährt, ja hier ist ihre Geltung zuerst auf zoologischem Gebiet von Chabry, Driesch u. a. erkannt worden. Die Erscheinungen des von Wilhelm Roux bei Amphibien entdeckten Cytotropismus der Furchungszellen, die sich nach künstlicher gegenseitiger Trennung wieder zu vereinigen oder auch beim negativen Cytotropismus noch weiter auseinander zu treten streben, ferner die bei dem Vorgang der Gastrulation notwendige Gestaltveränderung der einwandernden Entodermzellen lassen wieder auf dieselben Oberflächenspannungsveränderungen durch chemische Einwirkungen, die wir beim Chemotropismus kennen gelernt haben, schliessen und lassen sich auch demgemäß streckenweise mechanisch durch andere Flüssigkeiten nachahmen. Schliesslich ist der für alles organische Bestehen so wichtige Vorgang der Zell- und Kernteilung mit seinen merkwürdig kompliziert erscheinenden Umlagerungen von Strahlungssystemen, Chromosomen und dergleichen ein bereits viel bearbeitetes Gebiet der Zellmechanik geworden. Wenn auch auf diesem Felde die Meinungen noch stark auseinandergehen und noch manches im Detail festzustellen sein wird, was jetzt nur in grossen Zügen der mechanischen Erklärung entgegengeführt werden konnte; der Lauf der Zustimmungen wendet sich auch hier bereits denjenigen zu, die das dem Auge so verwickelte Geschehen auf die einfache Wirkung der Oberflächenspannung der sich gegeneinander verschiebenden Zellkonstituenten zurückführen. Dass auch hier die künstliche Nachahmung bereits als Kontrollversuch für die Zulässigkeit des mechanischen Vorstellungsbildes herangezogen worden ist, braucht nicht erst gesagt zu werden; Bütschlis in flüssiger Gelatine erzeugten Strahlungs- und Kernspindelsysteme sind ja bekannt.

Wenn man bedenkt, dass die zellmechanischen Bestrebungen in dem vorgezeichneten Umfange durchaus jüngeren Datums sind, und dass die Zahl der auf unserem Gebiet arbeitenden, mit den nötigen physikalischen Kenntnissen ausgestatteten Forscher immer nur sehr gering war, so wird man von der Zukunft, die mehr Arbeiten nachbringen wird, erhoffen dürfen, dass auch die anderen mechanischen Leistungen anderer Zellen, die Kontraktion der Muskelzellen, die Sekretion der Drüsenzellen und dergleichen mehr, prinzipiell diejenigen aller Zellen überhaupt einer einfachen mechanischen Erklärung mit Sicherheit entgegengeführt werden.

Es entsteht aber jetzt die Frage: Ist mit der sicheren Feststellung der Zellmechanik zugleich das Zellenleben restlos erklärt? Ganz gewiss nicht, denn dann wären ja die Flüssigkeitstropfen, die verschiedenen Öle, das Chloroform, das Quecksilber, die wir zur Kontrolle der Zulässig-

keit und Richtigkeit unserer mechanischen Auffassungen die Tätigkeiten der Amoeben mit allen Einzelheiten nachmachen lassen, prinzipiell auch als Lebewesen zu bezeichnen, und sie sind es auch bei grösster Weitherzigkeit in der Begriffsbildung „Lebewesen“ ganz gewiss nicht.

Die Untersuchungen der Zellmechanik fassen mit vollem Bewusstsein nur die eine Seite des Lebens, die Mechanik, d. h. die Physik der Lebensvorgänge, sie suchen die physikalischen Bedingungen festzustellen, die in einem gegebenen Moment zur Installierung einer gewissen Teilstrecke von Lebensgeschehnissen unbedingt erfüllt sein müssen, damit diese Teilstrecke des Lebens mit ihren empirisch feststellbaren Massenumordnungen sich nach den für die Massen geltenden Gesetzen in Raum und Zeit vollziehen kann; sie sagen aber zunächst gar nichts darüber aus, wie nun diese Bedingungen erfüllt werden, sie lassen notgedrungen vornweg den ganzen Chemismus ausser Betracht, der im einzelnen Falle die organische Substanz in die zu einer Einzelhandlung als unerlässlich erkannten physikalischen Bedingungen einführt. Haben wir in unseren Tropfen Mechanismen vor uns, die nach Maßgabe ihrer Komposition Bestimmtes, einer Strecke der Zellarbeit Entsprechendes zu leisten vermögen, so fehlt ihnen doch das Vermögen, die ganze Skala von Zelleistungen ohne neue Eingriffe von aussen her nach einander ablaufen zu lassen. Die Zelle dagegen durchläuft von Teilung zu Teilung einen ganzen Lebenscyklus, bei dem sie ganz Verschiedenes zu leisten vermag, indem sie offenbar imstande ist, durch ihren Stoffwechsel ihre chemische Komposition und hiermit ihre physikalischen Koeffizienten und Konstanten fort und fort in gewissem Umfange zu ändern, so dass sich auch die Leistungsfähigkeit des Mechanismus ändert und ihr Resultat ganz verschieden ausfallen kann. Während unsere künstlichen Zelltropfen mechanisch mehr oder weniger unveränderliche oder doch nur in ganz geringem Umfange veränderliche Mechanismen darstellen, ist der Mechanismus der lebenden Zellen ein in hohem Grade veränderlicher, er durchläuft transitorisch physikalische Zustandsänderungen und Zustandsvariationen, wie sie in dem verschiedenen Grad der Reizbarkeit, in der sogenannten Reizstimmung, im Überschreiten von Reizschwellen etc., wo sich dieselbe organische Substanz äusseren Eingriffen gegenüber verschieden verhält, deutlichen Ausdruck erhalten, und die offenbar durch den Stoffwechsel und seine von aussen und innen kommenden Alterationen ihre natürliche naheliegende Erklärung finden. Ein Beispiel mag hier zum Verständnis beitragen. Es kommt vor, dass ein und derselbe Oscillarienfaden an zwei verschiedenen Stellen von zwei verschiedenen Individuen der Amoeba verrucosa gleichzeitig gefasst wird; jede Amoebe rollt nun in stundenlanger Arbeit, das Stück des Fadens, dessen sie habhaft werden kann, in ihrem Innern auf. Da nun aber die Amoeben kein

mechanisches Mittel besitzen, den Algenfaden in zwei Stücke zu teilen, so dass jede Amoebe eines bekommen könnte, rücken sie bei dem Aufwickeln ihrer Algenstücke immer näher an einander heran und berühren sich schliesslich gegenseitig wie zwei Schlangen, die sich an demselben Beutestück gegeneinanderfressen. Bis hierher könnte man den Versuch genau ebenso mit zwei Chloroformtropfen und einem Schellackfaden bewegungsbildlich kopieren; jetzt tritt aber bei den Amoeben etwas ein, was die Tropfen mit ihrem Schellackfaden nicht zu vollbringen imstande sind. Eine der Amoeben lässt nämlich, nachdem sie einige Zeit resultatlos neben einander lagerten, ohne ein weiteres Stück des von der anderen festumschlossenen Algenfadens importieren zu können, das in mühseliger Arbeit aufgewickelte Algenende wieder fahren, so dass es nun von der anderen, die als Siegerin aus dem Kampf um die Alge hervorgeht, vollends aufgewickelt werden kann. Hat hier die Klügere etwa nachgegeben, d. h. ist in diesem Abstehen von nutzlosen Anstrengungen schon eine Spur jener psychischen unbekannten Energieart erkennbar, die wir innerhalb des mechanischen Lebensgetriebes für möglich halten, und von der wir nur von unserem Standpunkte aus fordern, dass sie wie alle anderen Energiearten mechanischer Gesetzmässigkeit genügt? Vielleicht, vielleicht auch nicht. Der Zellmechaniker sagt hier nur das eine: notwendig ist, dass während des Aufrollens des Algenfadens die Adhäsion des Amoebenkörpers zum Zellfaden grösser ist als die Adhäsion des umgebenden Wassers zum Zellfaden, und wenn später die eine Amoebe ihr Fadenende wieder schiessen lässt, so ist für diesen Vorgang notwendig, dass die Adhäsion Amoebenplasma-Algenfaden nachträglich kleiner geworden ist als die Adhäsion Wasser-Algenfaden. Wenn auch nicht gesagt werden kann, worauf dieser Umschlag der Adhäsionsverhältnisse beruht, so ist doch die Einkeilung einer psychischen Strecke schon bei diesem Vorgang und dieser Lebensstufe keineswegs logisches Bedürfnis, man kann sich einfach vorstellen, dass das mit dem Algenfaden in direkte Berührung kommende Oberflächenplasma, das mit den aufgeknäuelten Strecken in das Innere der Amoebe einsinkt und stets durch neues Oberflächenplasma ersetzt wird, nach einer Zeit seine Adhäsion verliert, etwa weil den Algenfaden chemisch angreifende Substanzen, die grosse Adhäsion veranlassen, verbraucht werden.

Kann nun der Algenfaden, weil er irgendwie von aussen festgehalten wird, nicht wie sonst mit einer Geschwindigkeit importiert werden, die grösser ist, als diejenige, mit der die Zersetzung der Adhäsionssubstanzen vor sich geht, dann tritt eben notgedrungen der Algenfaden nach einiger Zeit aus derjenigen Amoebe wieder aus, in der zufällig die Adhäsionssubstanzen am frühsten zu Ende sind, und die andere Amoebe, bei der sie noch nicht zu Ende sind, kann weiterwickeln. Zu einer bestimmten Angabe über das Zustandekommen des Adhäsionsumschlages

fehlen uns eben die Kenntnisse über die chemischen Vorgänge, die sich bei der Oscillarienaufnahme abspielen, und erst, wenn wir sie besässen, d. h. wenn wir nicht nur wie zur Stunde die physikalischen Bedingungen kännten, sondern auch die chemischen Umsetzungen, welche die physikalischen Bedingungen erfüllen, dann erst würden wir angeben können, ob bei einer bestimmten Flucht von transitorischen physikalischen Zustandsänderungen die Einschaltung einer spezifischen vitalen Energieart oder mehrerer Energiearten notwendig ist, und wo sie örtlich und zeitlich einzuschieben ist. Die psychische Quote wird sich mit anderen Worten erst bestimmen und in ihrer Gesetzmässigkeit rein darstellen, mechanistisch, wenn schon als Sonderart, rubrizieren lassen, wenn die physikalische Analyse der Zellmechanik zu einer mechanistischen, soll heissen physikalischen und chemischen Analyse, der Zellphysiologie, ausgebaut ist; Streben und Anfänge hierzu sind bereits da, aber das Erreichte steht in seiner Anfänglichkeit noch weit von dem ab, was zu einer reinlichen Ausschälung von eigentlichen Sonderkräften des Lebens führen könnte.

Aus dem zweckmässigen Agieren der lebenden Substanz allein ist nicht notwendig auf ein psychisches Moment oder gar auf inhärente Substanzintelligenz zu schliessen, denn ein ganzer Hauptteil zweckmässiger Anordnung und Reaktionsfähigkeit der lebenden Substanz ist nicht ein aktives früheres oder späteres Erzeugnis des Lebens, sondern die passiv aprioristische Vorbedingung des Lebens, Zweckwidriges, Lebenswidriges konnte nicht bestehen, wird nicht organisch lebend, sondern sinkt leblos ins Anorganische zurück. Zweckmässigkeit an sich allein ist eine Bedingung für ein Kräftespiel, aber selbst keine Kräfteart. Nur bewusste Zweckmässigkeit enthält den psychischem Faktor, und ihn klar zu legen, bleibt der Zellenmechanik so lange verwehrt, als sie nicht gemeinsam mit der Zellenchemie die Energieumsätze durchgerechnet und die Lücken in der Rechnung aufgedeckt hat, die sie von sich aus nicht auszufüllen vermag.

Auf diesem Wege nach der Blosslegung des psychischen Faktors erscheint die Zellenmechanik nur als Vorbereiterin, die das Nichtpsychische im Lebensgeschehen abräumen hilft, um das Psychische aufzudecken, einerlei ob das Psychische sich auf gewisse Strecken der Lebensvorgänge beschränkt, oder ob es sich als Funktion durch alle Lebensvorgänge hindurch zieht.

Auf anderen Gebieten eröffnet aber die Zellmechanik schon jetzt ein direktes allgemeineres Verständnis für gewisse Komplexe von Lebenserscheinungen. Nach den genannten und auch nach anderen Resultaten der Zellmechanik kann kein Zweifel mehr aufkommen, dass die Oberflächenspannung einen Hauptfaktor bei der Bewegung der lebenden Massen darstellt. Die Oberflächenenergie, die sich in der Oberflächenspannung kund giebt, ist nun unter sonst unveränderten Bedingungen von der chemischen Natur der flüssigen Oberfläche abhängig; jede

chemische Veränderung im Innen- oder Aussenmedium einer flüssigen Oberfläche muss auch die Energie der Oberfläche verändern, und jede Energieveränderung kann bekanntlich direkt oder, falls es sich um Zufügung potentieller Energie handelt, auch später in mechanische Arbeit umgesetzt werden, ohne erst in Wärme umgewandelt werden zu müssen. Der Organismus hat den nächsten, einfachsten Weg benutzt, um die lange Kette seiner chemischen Umwandlung in eine gesetzmässige Folge mechanischer Arbeit umzusetzen, indem er sich nicht als Wärmekraftmaschine, sondern als chemische Oberflächenenergiemaschine ausbaute. Hier liegt auch der Grund, wo der Zellkern, von dem wir seither nicht geredet haben, bestimmend in Zellenarbeit und Zellenschicksal eingreift. Der Kern fasst nicht unmittelbar mit einer mechanischen Kräfteart bei der Arbeit der Zellen mit an, er ist an sich kein mechanisches Kraftzentrum für die Zelle, kein Maschinenteil in der Zellenmaschine, sondern er ist ein Magazin, ein Lieferant von Stoffen, deren schon lang vermutete hohe Wichtigkeit neuerdings durch Boveris mit so bewundernswertem Scharfsinn ausgeführten Untersuchungen in ein helles, weitere Analysierbarkeit versprechendes Licht zu treten beginnen. Indem dieser Stofflieferant überall mit seinen Lieferungen in die chemischen Umsetzungen der Zelle bestimmend eingreift, bestimmt er auch die Grösse der in den Zellen enthaltenen Spannungen und bestimmt schliesslich auch hiermit deren Endeffekt; er greift also chemisch in die mechanische Arbeit der Zelle ein und tut dies in der denkbar günstigsten Weise, weil sich die durch den Chemismus bestimmte Oberflächenenergie direkt in mechanische Arbeit umsetzt. Ist der Kern aber bloss Stofflieferant, und wird die Gestaltungsmechanik der Zellen und hiermit auch die Gestaltungsmechanik der Zellaggregate, z. B. der Blastulae, der Gastrulae etc. etc. nur von den Oberflächenspannungen der Zelleibkonstituenten und den Spannungen innerhalb der Zellaggregate als solcher selbst, nicht aber unter direkter mechanischer Einschaltung des Kerns als mechanischen Faktors betrieben, dann werden einige der Haupttatsachen der Entwicklungsmechanik dem Verständnis näher gerückt. Es wird verständlich, warum aus den von zur Strassen zuerst entdeckten Rieseneiern einheitliche Embryonen entstehen, obgleich diese Rieseneier aus der Verschmelzung von zwei Eiern entstanden sind, also auch zwei Kerne besitzen. Die Kernmassen sind zwar doppelt, aber da die Kerne selbst keinen Maschinenteil im Formgestaltungsmechanismus darstellen, entsteht darum nichts Doppeltes, sondern es ist jetzt einfach die doppelte Kernstoffmenge für eine doppelt so grosse Eizelle vorhanden. Der Protoplasmaleib des Doppeleies ist wie das einfache Normalei mechanisch nichts weiter als einwabig gebautes schaumiges Flüssigkeitsgemenge, dessen Spannungsverhältnisse es mit sich bringen, dass er von den imbibitionsfähigen Centrosomen in zwei Zellen geteilt werden kann, und dasselbe gilt dann für jede der beiden durch die Teilung entstandenen Zellen von

neuem, auch sie werden mechanisch wieder geteilt u. s. f. So entsteht ein Zellaggregat, dessen Zusammenordnung neue Spannungen mit sich bringt, die dann im Verein mit den immerfort eine vorwiegende Rolle spielenden Spannungen im Innern der Zelle zur Gastrulation und späterhin zu den weiteren Gestaltungsvorgängen des Embryos führen. Isolierte Blastomeren stellen in dieser Auffassung das gleiche, nur entsprechend kleinere mechanische System dar, so dass es gar nicht zu verwundern ist, dass sie das Gleiche, nämlich erstlich 2, dann 4 u. s. f. Zellen und schliesslich einen einheitlichen Embryo zu liefern vermögen Es ist das im Gegenteil von vorn herein zu erwarten, sofern nur der Kern der betreffenden isolierten Blastomere noch alle die die Spannungen richtig normierenden Stoffe zu liefern vermochte. Wir werden durch die Zellenmechanik, die hier der Entwicklungsmechanik ihre sicheren Führerhände reicht, ganz gewiss noch die meisten Gestaltungsvorgänge im Formbildungsumlauf der Organismen vom Ei bis zum Tode in mechanisch verhältnismässig einfacher Weise zu analysieren imstande sein; indem wir bestimmte Substanzspannungen und Spannungsfolgen in den Zellen selbst und dann diejenigen ganzer Zellenfolgen und Zellenlagen als mechanische Notwendigkeit so zu sagen ausrechnen und ihr Vorhandensein durch das Experiment konstatieren. Die Art und Weise aber, wie diese Spannungen zustande kommen, warum sie in einem Falle so gross, im anderen anders gross sind, das sind Fragen, deren Beantwortung sie nur gemeinsam mit anderen Wissenszweigen, in erster Linie mit der Zellenchemie und weiter auch in einem heutzutage allerdings noch nicht zu übersehenden Grade vielleicht mit der Zellenpsychologie wird leisten können. Die Zellenmechanik erschöpft nicht die Aufgaben des Zellenlebens, sondern betrachtet nur seine physikalisch mechanische Seite. Die Zellforschung geht in der Zellenmechanik nicht ihrem Ende entgegen; sie erschliesst neue Fragen, kleidet alte Fragen in günstigere Fassung, bringt anregende Arbeiten für kommende Tage.

BERICHT

ÜBER DIE

GESAMTSITZUNG BEIDER HAUPTGRUPPEN

SOWIE ÜBER DIE

GEMEINSAMEN SITZUNGEN

der naturwissenschaftlichen und der medizinischen Hauptgruppe.



I.

Bericht über die Gesamtsitzung der beiden wissenschaftlichen Hauptgruppen.

Donnerstag, den 22. September, vormittags 10 Uhr.

Die Sitzung fand im grossen Saale des Breslauer Konzerthauses statt. Den Vorsitz führte der erste Vorsitzende der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Herr Hofrat Prof. Dr. H. CHIARI-Prag. Den Verhandlungsgegenstand bildete der naturwissenschaftliche und mathematische Unterricht an den höheren Schulen.

Referate erstatteten die Herren Prof. Dr. K. FRICKE-Bremen, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. F. KLEIN-Göttingen, Geh. Med.-Rat Prof. Dr F. MERKEL-Göttingen sowie Regierungs- und Medizinalrat Prof. Dr. G. LEUBUSCHER-Meiningen.

1.

Die heutige Lage des naturwissenschaftlich-mathematischen Unterrichts an den höheren Schulen.

Von

K. Fricke.

Meine hochverehrten Damen und Herren! Die heutige Tagesordnung betrifft nicht eigentlich eine Angelegenheit der Naturforschung selbst sie steht aber zu dieser in inniger Beziehung. Bei der Frage des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts an unseren Schulen handelt es sich darum, die Methoden und Ergebnisse der naturwissenschaftlichen und mathematischen Forschung für die Bildung und Erziehung des heranwachsenden Geschlechtes zu verwerten und die reichen Schätze unserer Wissenschaft zum Gemeingut weiter Kreise

der gebildeten Stände unseres Vaterlandes zu erheben. In diesem Sinne ist ja die Unterrichtsfrage schon wiederholt Gegenstand der Tagesordnung in dieser Gesellschaft gewesen; auch die heutige Besprechung ist gleichsam das Glied einer Kette, sie ist die Fortsetzung und Erweiterung der Verhandlungen, die im Jahre 1901 auf der 73. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Hamburg stattgefunden haben[1]).

Damals war es die unbefriedigende Lage der biologischen Unterrichtsfächer, die zunächst eine Reihe von naturwissenschaftlichen Sektionen zusammenführte und zur Annahme der Hamburger Thesen veranlasste. Diese Thesen laufen im wesentlichen darauf hinaus, dass dem biologischen Unterrichte wieder, wie früher in den neunklassigen Realanstalten, eine Stelle im Unterrichte der oberen Klassen eingeräumt werden muss. Die in Hamburg gewählte Kommission zur Förderung des biologischen Unterrichts hat dann diese Thesen dem Plenum der vorjährigen Naturforscherversammlung zu Cassel zur Bestätigung vorgelegt, und bei dieser Gelegenheit zeigte es sich, dass auch auf dem mathematischen und physikalischen Unterrichtsgebiete Wünsche gehegt werden, die einer reiflichen Erwägung bedürfen. So kam es, dass die Casseler Versammlung in ihrer Sitzung vom 25. September 1903 auf Antrag des Herrn Geh. Rat Klein den Beschluss fasste: „Die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte nimmt die Hamburger Thesen des Komitees zur Förderung des biologischen Unterrichts an höheren Schulen einstimmig an, indem sie sich vorbehält, die Gesamtheit der Fragen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts bei nächster Gelegenheit zum Gegenstande einer umfassenden Verhandlung zu machen."

Dieser Beschluss bildet die Grundlage unserer heutigen Verhandlungen, da der Vorstand unserer Gesellschaft in seiner Sitzung vom 9. Januar d. J. genehmigt hat, dass der obige Beschluss schon auf der diesjährigen Versammlung zur Ausführung gelangt.

Wenn mir nun die ehrenvolle Aufgabe gestellt ist, Ihnen, hochverehrte Anwesende, ein Bild von der gegenwärtigen Lage des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts an unseren höheren Schulen zu geben, so kann es sich hier schon wegen der Kürze der verfügbaren Zeit nur um eine Skizze handeln, und auch diese wird sich im wesentlichen auf die preussischen Schulen beschränken und nur gelegentliche Ausblicke auf die Zustände in anderen Staaten geben können. Zunächst aber möchte ich von vorn herein dem Vorurteil begegnen, das sich leicht den Ausführungen über eine einzelne

1) Vergl.: Über die gegenwärtige Lage des biologischen Unterrichts an höheren Schulen. Jena 1901.

Seite des Schulunterrichts entgegenstellt: Nicht Fachbildung ist es, die wir bei dem Unterrichte an den höheren Schulen im Auge haben, auch nicht einseitige mathematische oder naturwissenschaftliche Schulung, sondern wir wollen den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht auffassen im Rahmen einer allgemeinen menschlichen Bildung, wie sie für das Verständnis der gegenwärtigen Kultur und für die lebendige Mitwirkung der heranwachsenden Jugend an der Weiterentwicklung unserer Kulturzustände erspriesslich erscheint.

Der harte Kampf, den der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Disziplinen — selbst noch in unserem naturwissenschaftlichen Zeitalter — um seine Anerkennung zu bestehen hat, ist nur aus der geschichtlichen Entwicklung des höheren Schulwesens in unserem Vaterlande zu verstehen. Es ist erklärlich, dass in den Kloster- und Domschulen des Mittelalters das Latein, die Sprache der Kirche, den vorwiegenden Unterrichtsgegenstand bildete, und ebenso begreift man, dass der Humanismus des 15. Jahrhunderts bei der Bekämpfung der die Wissenschaft beherrschenden Scholastik sein Ziel, die Verbreitung einer rein menschlichen Geistesbildung, dem entlehnten Charakter der damaligen Kultur gemäss durch Wiederbelebung der klassischen Studien zu erreichen suchte. Auch die Reformation, unter deren Einflusse sich in dem protestantischen Deutschland die Loslösung der Schule von der Kirche schon damals vollzog, um die jenseits des Rheines noch heute gekämpft wird, begünstigte in einseitiger Weise das Studium der alten Sprachen. „Die Sprachen sind die Scheiden, darinnen das Messer des Geistes steckt"; im Hinblick auf die Bedeutung, die in jenen Kämpfen der richtigen Ausdeutung der Überlieferungen zukam, ist dieses Wort Luthers wohl zu verstehen. Freilich hat es in der nachreformatorischen Zeit nicht an Reaktionen gegen die Herrschaft der Wortgelehrsamkeit in den Schulen gefehlt. Der Geist der modernen wissenschaftlichen Forschung: „omnia per inductionem et experimentum", den Baco von Verulam verkündete, spricht auch aus den schulreformatorischen Bestrebungen eines Lubinus, Ratichius und Comenius: „Die Menschen müssen angeleitet werden, soweit als es nur irgend möglich ist, nicht aus Büchern klug zu werden, sondern aus Himmel und Erde, aus Eichen und Buchen, d. h. sie müssen die Dinge selbst kennen lernen, nicht aber einzig und allein fremde Beobachtungen und Zeugnisse über die Dinge." [1]) Also nicht bloss Sprachen und formale Bildung, sondern auch sachliches Wissen soll die Schule lehren, Mathematik und Naturwissenschaft, Erdkunde und Geschichte. Auf den herkömmlichen Betrieb der Lateinschulen haben diese Forderungen zwar wenig Einfluss gehabt,

1) Joh. Amos Comenius, Grosse Unterrichtslehre, hgg. v. G. A. Lindner, Wien u. Leipzig 1886. S. 128.

aber wir erkennen doch ihren Einfluss überall da, wo ein regeres geistiges Leben den spiessbürgerlichen Quietismus auf dem Gebiete des Schulwesens zu überwinden vermochte. Bei den Pietisten wie bei den Rationalisten, in dem Franckeschen Pädagogium, in den Ritterakademien wie in den Schulen der Philanthropisten hat man die Notwendigkeit anerkannt, die Kenntnis von den Dingen und von den Vorgängen in der Natur nicht nur um ihres Nutzens willen, sondern auch wegen ihrer erzieherischen Bedeutung für den Schulunterricht zu verwerten.

F. Paulsen stellt im zweiten Bande seiner Geschichte des gelehrten Unterrichts eine interessante Betrachtung darüber an, wie wohl ein klar denkender Mann, er wählt als Beispiel Immanuel Kant, am Ausgange des 18. Jahrhunderts sich die zukünftige Entwicklung des höheren Schulwesens gedacht haben würde, und kommt zu dem Ergebnis, dass er wohl kaum geahnt hätte, dass im 19. Jahrhundert das Griechische wieder als ein unerlässliches Hauptstück im Unterrichte gefordert werden würde, da doch die bisherige Kulturentwicklung sich als ein fortschreitender Prozess der Loslösung von der antiken Kultur dargestellt habe, und ebenso wenig würde er vorausgesehen haben, dass die Naturwissenschaft, die doch schon in der damaligen Zeit von so wesentlicher Bedeutung für die allgemeine Kultur geworden war, in Zukunft an den höheren Schulen nur als Gegenstand von untergeordneter Wichtigkeit behandelt werden würde. Für den unerwarteten Umschwung lässt sich eine Reihe von Gründen anführen, wie sie Paulsen ausführlich behandelt. Ein Moment scheint mir nicht genügend hervorgehoben, das ist der remanente Scholastizismus, der sich bis auf die Gegenwart erhalten hat; es ist die durch Gewohnheit langer Jahrhunderte fest gewordene, gleichsam zwangsmässig wirkende Idee, dass man Kultur und Wissenschaft doch irgendwie und irgendwo aus Büchern lernen könne und müsse.

Wir stehen hier an einem wichtigen Wendepunkte, an dem Beginn der Reorganisation des preussischen Schulwesens unter Friedrich dem Grossen. Mit der Einführung des Abiturientenexamens im Jahre 1788 geht die Zulassung zu allen Fakultätsstudien von der Universität allmählich auf die Gymnasien über, eine Entwicklung, die in den Prüfungsordnungen von 1812 und 1834 ihren Abschluss findet. Das wachsende Ansehen der philosophischen Fakultät, der ehemaligen allgemein-wissenschaftlichen Vorschule für die drei älteren Fakultäten, führte zu ihrer selbständigen Stellung, und ihr fällt jetzt die Aufgabe zu, die Lehrer für ihren Beruf an den höheren Schulen vorzubereiten. Die innere Ausgestaltung des höheren Schulwesens aber wurde in der Zeit der nationalen Erhebung Preussens und Deutschlands durch W. v. Humboldt im Sinne des neuen Humanismus durchgeführt; das Zeitalter unserer grossen Dichter und die patriotische Begeisterung der damaligen Zeit

begünstigte das Ideal der vollkommenen Menschlichkeit, das man im Hellenentum verkörpert glaubte.

Es wäre ungerecht, wollte man die Begründer dieser Bewegung für die philologische Engherzigkeit verantwortlich machen, die sich stellenweise in der späteren Entwicklung kund gab. Wir finden in den Süvernschen Lehrplänen für die humanistischen Gymnasien neben den drei Sprachen Griechisch, Lateinisch und Deutsch auch die Mathematik mit je 6 und die Naturwissenschaften mit je 2 Stunden durch alle Klassen durchgeführt. Dieser Lehrplan ist zwar niemals vollständig zur Durchführung gekommen, er war mehr ein Ideal, aber es ist doch wertvoll zu sehen, dass man damals keineswegs die einseitig sprachlich-logische Schulung wollte, die später in den Vordergrund trat, sondern eine harmonische Ausbildung des Geistes durch Sprachen und Literatur, durch Mathematik und Naturwissenschaft. Der Plan, Alles in einer Schulform zu vereinigen, erwies sich um so weniger durchführbar, je mehr man mit preussischer Straffheit darauf hielt, in allen Fächern möglichst gleichmässige Leistungen zu erzielen. Schon in den zwanziger Jahren kamen die ersten Überbürdungsklagen, die seitdem nicht mehr von der Tagesordnung verschwunden sind. Ich übergehe die Einzelheiten und erinnere nur an die lebhafte Bewegung, die ein Aufsatz des Medizinalrates Lorinser im Jahre 1836 hervorrief, in dem er die Schule beschuldigte, dass sie durch überspannte Anforderungen das geistige Gedeihen und die leibliche Gesundheit der Jugend gefährdete. Es ist von psychologischem Interesse, wenn auch weniger erfreulich, zu sehen, wie unter den Nachfolgern Süverns der Überlastungsfrage Rechnung getragen wurde: Sowohl in dem Lehrplane von Joh. Schulze im Jahre 1837, wie auch namentlich in den Wieseschen Lehrplänen von 1856 suchte man die Entlastung im Sinne der Konzentration, d. h. der Vermehrung des Lateinischen auf Kosten der übrigen Unterrichtsfächer, durch eine Rückbilduag der Schule in der Richtung auf die Lateinschule der Reformationszeit. Statt die Überbürdung da zu suchen, wo Alexander v. Humboldt mit lebensvollem Ausdruck den Schaden kennzeichnet: „Man bietet der Jugend manche geistigen Speisen, die fast gar keine Nahrungsstoffe enthalten“, . . . „dadurch wird aber nicht nur der Zweck verfehlt, sondern auch die Organe werden geschwächt“, statt den schon damals heftig befehdeten lateinischen Aufsatz zu beseitigen, fiel die Naturgeschichte dem Entlastungsbedürfnis zum Opfer; nur bei besonders geeigneten Lehrkräften ist sie in den beiden untersten Klassen als zulässig bezeichnet. Auch der Physikunterricht wurde in seiner Wirksamkeit in den oberen Klassen beeinträchtigt, indem dieses Fach bei der Reifeprüfung in Wegfall kam. Es siegte das Prinzip der formalen Bildung: „Es ist einzig und allein das formale Prinzip, welches der Philologie als Mittel der Gymnasialbildung ihren ewigen, durch nichts zu ersetzenden Wert

verleiht und dieselbe zugleich zum universalen Bildungsmittel macht." [1])

Indessen zeigt sich gerade an diesem Wendepunkt, wie innerliche Notwendigkeiten sich gleichsam mit elementarer Kraft Bahn brechen. Dieselbe Zeit, die das neuhumanistische Gymnasium auf die Lateinschule der Reformationszeit zurückzuschrauben suchte, eröffnete einer zweiten neunklassigen Schulart die Bahn, indem sie die lateintreibende Realschule I. O., die Vorgängerin des heutigen Realgymnasiums, zu einer dem Gymnasium nebengeordneten Stellung erhob, allerdings mit erheblich geringeren Berechtigungen. Die damit einsetzende Realschulbewegung bildet gleichsam einen bis in die Gegenwart fortlaufenden Protest gegen die einseitige Betonung der formalen Bildung.

Die Realschulen sind im 18. Jahrhundert zunächst als Fachschulen für bürgerliche Berufsarten gegründet. Indessen liessen sich schon zu Herbarts Zeit [2]) Stimmen hören, die im Gegensatz zu der übertriebenen Schätzung der sprachlich-formalen Bildung ein wissenschaftliches Gymnasium befürworteten, in dem neben den Sprachen auch die Mathematik und Naturwissenschaft zu einer Grundlage der allgemeinen Bildung erhoben würde. „Mögen die Philologen ihre alte bekannte Ausrede von der formal bildenden Kraft des Sprachstudiums in die neuesten Phrasen kleiden, das sind leere Worte, wodurch niemand überzeugt werden wird, der die weit grösseren bildenden Kräfte anderer Beschäftigungen kennt, und der die Welt mit offenen Augen ansieht, worin nicht wenige und nicht unbedeutende Menschen leben, die ihre geistige Existenz keiner lateinischen Schule verdanken". [3]) So dachte Herbart vor fast 100 Jahren schon über die Gymnasialbildung. Insbesondere hat dann auch der berühmte Astronom Bessel im Jahre 1828 die Idee eines Realgymnasiums bereits in voller Klarheit entwickelt. Wir brauchen Schulen, die die Wissenschaften zur Hauptsache machen, das Lateinische aber nur so weit treiben, dass ein Buch in dieser Sprache gelesen werden kann. „Bildung des Geistes", so sagt er in einem Schreiben an den Oberpräsidenten v. Schön, „kann durch jedes ernstliche wissenschaftliche Studium erlangt werden." [4])

1) Vergl. F. Paulsen, Geschichte des gelehrten Unterrichts. Leipzig 1897. II. Bd. S. 500.

2) Herbarts Ansichten finden sich z. B. in dem „Gutachten zur Abhilfe für die Mängel der Gymnasien und Bürgerschulen" (1823). J. F. Herbarts pädagogische Schriften, herausg. v. O. Willmann. Leipzig 1880. II. Band S. 139 u. fg., insbes. die Naturkunde betreffend S. 151.

3) a. a. O. S. 104 aus dem „Gutachten über Schulklassen und deren Umwandlung nach der Idee des Herrn Regierungsrat Graf". (1818.)

4) Das Nähere vergl. F. Paulsen, Geschichte des gelehrten Unterrichts. II. Bd. Leipzig 1897. S. 545 u. fg.

Diesem Bedürfnis kam nun die Realschule I. O., die das Lateinische in ihren Lehrplan aufgenommen hatte, entgegen. Sie wurde eingeführt durch die „Unterrichts- und Prüfungsordnung für die Real- und höheren Bürgerschulen“ vom 6. Oktober 1859 unter dem Kultusminister der neuen Ära v. Bethmann-Hollweg. Die Mathematik ist diesen Schulen durchweg mit einer grossen Zahl (4, 5 oder 6) von Wochenstunden bedacht, die Naturgeschichte, insbesondere Zoologie und Botanik, ist durch alle Klassen mit je zwei Wochenstunden durchgeführt und wird in der Regel auf der obersten Stufe durch einen geologischen Kursus abgeschlossen. Dazu kommen in den vier oberen Jahrgängen, in Sekunda und Prima, noch je zwei Stunden für Chemie und Physik, so dass in diesen Klassen der naturwissenschaftliche Unterricht einen Umfang von 6 Wochenstunden annimmt. Verglichen mit dem Lehrplan des Gymnasiums, war dieser Lehrplan gleichsam die Verkörperung eines naturwissenschaftlichen Bildungsideals, und die Lage des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist von jetzt ab aufs engste mit dem Schicksal der Realschulen verknüpft.

Die amtlichen Erläuterungen zu dem Lehrplane der so ausgestatteten Realschulen enthalten die grundsätzliche Bemerkung: „Sie sind keine Fachschulen, sondern haben es wie die Gymnasien mit allgemeinen Bildungsmitteln und grundlegenden Kenntnissen zu tun.“ So galten schon beide in den Lehrplänen von 1859 in der Theorie als koordiniert, in Wirklichkeit aber behielt das Gymnasium die Berechtigung zur Vorbildung für alle Berufsarten, die neuen Schulen aber berechtigten zunächst nur für die technischen Fächer; erst im Jahre 1870 wurde ihnen der Zutritt zu der philosophischen Fakultät mit der Berechtigung zum Studium der Mathematik und Naturwissenschaften sowie der neueren Sprachen eröffnet. Weitere Berechtigungen zu erlangen, ist ihnen trotz der rührigen Tätigkeit des im Jahre 1875 gegründeten „Allgemeinen Deutschen Realschulmännervereins“ zunächst nicht gelungen. Dagegen erlitt der naturwissenschaftliche Unterricht in diesen Schulen im Jahre 1879 eine empfindliche Einbusse, indem der aus dem Kulturkampf bekannte Kultusminister Falk auf die im preussischen Abgeordnetenhause über den Oberlehrer Dr. Müller in Lippstadt erhobenen Beschwerden erklärte, dass Theorien und Hypothesen, wie sie in den Schriften von Darwin und Haeckel zum Ausdruck kommen, an preussischen höheren Lehranstalten nicht vorgebracht werden dürfen, und dass dann weiter der biologische Unterricht aus dem Lehrplane der drei obersten Jahrgänge der preussischen Schulen gestrichen wurde.

Durch die darauf folgenden Lehrpläne von 1882 wurde dann der gesamte naturwissenschaftliche Unterricht an diesen Schulen in den oberen Klassen von 6 auf 5 Stunden herabgesetzt, wobei 2 der Chemie und 3 der Physik zugute kamen, die letztere gegen früher

also etwas gewann, während die Chemie aus der Untersekunda entfernt wurde. Auf Kosten der Naturwissenschaft stieg ferner die Stundenzahl des Lateinischen; die Schulen erhielten jetzt den Namen „Realgymnasium", allerdings ohne die ersehnten weitergehenden Berechtigungen.

Gleichzeitig mit diesem Rückgange des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den Realgymnasien erschien aber in den Lehrplänen von 1882 eine dritte Gattung von neunklassigen Schulen für allgemeine höhere Bildung, es waren die lateinlosen Oberrealschulen, die, aus gewerblichen Fachschulen hervorgegangen, im Jahre 1879 vom Kultusministerium übernommen waren. Sie traten mit einer noch grösseren Anzahl von mathematischen und naturwissenschaftlichen Wochenstunden auf, freilich war auch an diesen Schulen von vorn herein der Biologie der Zutritt zu den oberen Klassen versagt, und die Berechtigungen dieser Anstalten waren noch geringer als die der Realgymnasien.

Ich übergehe hier eine Zeit lebhaftester pädagogischer Bewegungen, wie sie die 80er Jahre kennzeichnen; ich erwähne kurz den Hornemannschen Einheitsschulverein vom Jahre 1886, den missglückten Versuch, die auseinanderstrebenden Schularten zu verschmelzen; die Massenpetition für Schulreform, die im Jahre 1888 mit etwa 24000 Unterschriften dem Unterrichtsminister überreicht wurde. Sie verursachte die Gründung des Vereins für Schulreform, während die Anhänger der antiken Bildung in der Heidelberger Erklärung dem altsprachlichen Gymnasium ein Vertrauensvotum erteilten und im Jahre 1890 die Gründung des Gymnasialvereins veranlassten.

Meine hochgeehrten Damen und Herren! Es ist gar nicht abzusehen, in welchem Stadium des Kampfes um Schulreform und Berechtigungswesen wir uns noch heute befinden würden, wenn nicht um diese Zeit ein Ereignis eingetreten wäre, das die zum Teil ganz unzusammenhängenden oder entgegengesetzten Strömungen in bestimmte Bahnen leitete und einen gangbaren Weg für die Zukunft vorzeichnete: das ist das persönliche Eingreifen S. M. des Kaisers. Es begann mit der Berufung der Dezemberkonferenz von 1890, an deren Verhandlungen der Kaiser sich persönlich beteiligte; namentlich betonte er das Fehlen der nationalen Basis im Gymnasialunterrichte: „Wir sollen nationale junge Deutsche erziehen und nicht junge Griechen und Römer." Wenn trotzdem das Ergebnis dieser Beratungen nach keiner Seite hin völlig befriedigte, so lag das an der Zusammensetzung der Konferenz. Indessen haben diese Ereignisse heute das aktuelle Interesse verloren, denn kaum zehn Jahre später, im Juni 1900, tagte wieder eine Schulkonferenz in Berlin, in der fast einstimmig der Grundsatz völliger Gleichberechtigung der drei Schulgattungen, des altsprachlichen Gymnasiums, des Realgym-

nasiums und der lateinlosen Oberrealschule, gebilligt wurde. Dieser Beschluss bildete die Grundlage für den darauf folgenden Königl. Erlass vom 12. Nov. 1900, der an der Spitze als leitenden Gesichtspunkt der eingeleiteten Schulreform verkündet: „Bezüglich der Berechtigungen ist davon auszugehen, dass das Gymnasium, das Realgymnasium und die Oberrealschule in der Erziehung zur allgemeinen Geistesbildung als gleichwertig anzusehen sind."

Dieser Anerkennung der Gleichwertigkeit folgten die ausführenden Bestimmungen für die verschiedenen Berufsarten, die ich im einzelnen hier als bekannt voraussetze.[1])

Damit stehen wir nun an einem bedeutsamen Abschnitte der Schulreform, der auch für unsere heutige Betrachtung von der grössten Tragweite ist. Denn mit den Realanstalten ist auch der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht zu einer erheblich grösseren allgemeinen Geltung gelangt, und auch von allgemeinem Standpunkte wird man es mit Befriedigung aufnehmen, dass man in Preussen mit dem System der Monopolisierung eines für alle höheren Berufsarten gleichen Bildungsganges gebrochen hat. Der Sinn der durch die Initiative S. M. des Kaisers durchgeführten Schulreform liegt doch offenbar in der Anerkennung des Besselschen Wortes, dass wahre geistige Bildung durch jede ernste Beschäftigung mit der Wissenschaft erzielt werden kann, dass aber bei der Verschiedenartigkeit der Beanlagung des menschlichen Geistes verschiedene Wege zu demselben Ziele führen müssen.

Freilich müssen wir bekennen, dass wir die volle Gleichberechtigung auch selbst in Preussen noch nicht haben, dass aber unter den übrigen Bundesstaaten nur wenige kleine Staaten, wie Waldeck, Anhalt und Schwarzburg-Sondershausen, sich dem Vorgehen Preussens rückhaltlos angeschlossen haben. Von den für das ganze deutsche

---

1) Zuerst im Jahre 1901 die Verfügung des preussischen Kultusministers betr. die Prüfung für das höhere Lehramt, die alle drei Schulgattungen gleichstellt, und zwar ohne Einschränkung auf bestimmte Fächer; dann in demselben Jahre der Beschluss des Bundesrats, wodurch die Reifezeugnisse aller deutschen Gymnasien und Realgymnasien — nicht der Oberrealschulen — für die Zulassung zum medizinischen Studium als gleichberechtigt angesehen werden. Im folgenden Jahre verkündete ein gemeinsamer Erlass des preussischen Kultus- und Justizministers auch die Zulassung der Realgymnasial- und Oberrealschulabiturienten zum juristischen Studium, und ebenso erfolgte in demselben Jahre die Gleichstellung der drei Schulgattungen in der Berechtigung zum Eintritt in die Offizierslaufbahn in Heer und Marine; nur das Studium der Theologie blieb den Gymnasialabiturienten vorbehalten.

Das Nähere s. W. Lexis, Die Reform des höheren Schulwesens in Preussen. Halle 1902, insbesondere die Abhandlungen I—VIII, die sich auf die Gleichwertigkeit und auf die Berechtigungsfrage beziehen.

Reich geltenden Bestimmungen ist aber zu sagen, dass für das Studium der Medizin nur die Realgymnasien neben den Gymnasien als gleichberechtigt zugelassen sind; die Zulassung der Oberrealschulabiturienten ist im Bundesrate namentlich an dem Widerspruche der süddeutschen Staaten gescheitert.

Vor mir liegt eine Broschüre von Q. Steinbart über „Die Durchführung der preussischen Schulreform in ganz Deutschland" [1]), auf die ich alle diejenigen hinweisen möchte, die sich näher für diesen Gegenstand interessieren.

Diese ungleiche Verteilung von Licht und Luft, wie sie tatsächlich in Deutschland noch immer besteht, muss aber notwendig auf das Anwachsen oder Abnehmen der Zahl der verschiedenen Schularten ihren Einfluss üben. Es ist namentlich leicht einzusehen, dass in kleineren Orten, in denen nur eine Art von höheren Schulen bestehen kann, vorzugsweise diejenige gewählt wird, der die meisten Berechtigungen zukommen, und dass dadurch viele gezwungen werden, einen Bildungsgang durchzumachen, der weder ihrer Beanlagung, noch ihrer Berufswahl entspricht.

Schon in verhältnismässig kurzen Zeiträumen lässt sich der Einfluss der Berechtigungen auf die Ab- und Zunahme der einzelnen Schularten deutlich erkennen. So stieg die Zahl der lateinlosen Realschulen (Oberrealschulen und Realschulen) in dem Zeitraume von 1890—1900 infolge der Vermehrung ihrer Berechtigungen

von 29 mit 11117 Schülern
auf 175 mit 45283 Schülern,

während in demselben Zeitraume die Realgymnasien mit Einschluss der Realprogymnasien

von 173 mit 35130 Schülern
auf 97 mit 23248 Schülern

zurückgingen, weil die Hoffnungen, die man vorher auf weiter gehende Berechtigungen gesetzt hatte, unerfüllt blieben. Die Gymnasien aber, die sich damals von der lästigen Konkurrenz der Realgymnasien befreit glaubten, stiegen mit Einschluss der Progymnasien

1) Duisburg 1904. — Es geht daraus u. a. hervor, dass ausser in Preussen und den genannten kleinen Staaten für das juristische Studium noch immer das Gymnasialmonopol weiter besteht; nur Württemberg hat auch den Realgymnasien die Gleichberechtigung zuerkannt. — In Bayern, wo infolge des Bundesratsbeschlusses die Realgymnasialabiturienten zum Studium der Medizin berechtigt sind, verlangt man kraft der Reservatrechte für den Eintritt in den Post- und Telegraphendienst noch immer die klassische Gymnasialbildung. Der bayrische Postbeamte muss also unbedingt Griechisch gelernt haben, während man vermuten sollte, dass gerade für diese Laufbahn die Kenntnis der modernen Sprachen wichtiger wäre.

von 312 mit 83256 Schülern
auf 354 mit 96354 Schülern.[1])

Für die letzten sechs Jahre, von 1898—1904 stellt dagegen Steinbart in der erwähnten Schrift eine ganz erhebliche Vermehrung der Realgymnasien fest, ihre Zahl stieg von 71 auf 112, ohne Frage eine Folge der ihnen seit 1900 gewährten Begünstigungen in der Berechtigungsfrage[2]).

Unter diesen Umständen ist es erklärlich, dass wir in Deutschland im Jahre 1902 noch damit zu rechnen hatten, dass neben 482 Gymnasien nur 131 Realgymnasien und 69 Oberrealschulen, in Preussen allein neben 315 Gymnasien nur 87 Realgymnasien und 42 Oberrealschulen für die höheren Berufsarten vorbereiteten, und dass also die Mehrzahl der jungen Leute gezwungen wurde, auf einer altsprachlichen Schule ihre Vorbildung zu suchen, weil eben diese Schulart noch immer die weiteste Verbreitung hat; nach einer Berechnung von O. Behrendsen[3]) gingen im Jahre 1902 in Preussen 72,9 Proz. der Gymnasialabiturienten in praktische Berufsarten über.

---

1) Vergl. W. Lexis, a. a. O. S. 29.

2) Es hat natürlich seine Bedenken, aus dem sehr kurzen Zeitraume seit der Schulreform von 1900 Schlüsse zu ziehen, zumal die amtliche Statistik, wie sie in den Ergänzungsheften des Zentralblattes für die preussische Unterrichtsverwaltung veröffentlicht wird, nur bis zum Jahre 1902 reicht; etwas weiter, bis zum 12. Febr. 1903, ist sie durchgeführt in dem neuen Werk von W. Lexis (Das Unterrichtswesen im Deutschen Reich. Aus Anlass der Weltausstellung in St. Louis unter Mitwirkung zahlreicher Fachmänner hrg. v. W. Lexis. II. Bd. Berlin 1904). Danach ist in Preussen seit 1900 die Zahl

	der Gymnasien	Realgymnasien	Oberrealschulen
	von 295	76	37
	auf 315	87	42
also um	6,8 Proz.	14,5 Proz.	13,5 Proz.

gestiegen, und die Zahl der Schüler

	von 88366	21256	14967
	auf 91360	25728	16515
	etwas über 3 Proz.	über 21 Proz. (!)	etwas über 10 Proz.

gewachsen. Man erkennt unschwer, dass die Berechtigungen diesmal vorzugsweise den Realgymnasien zugute gekommen sind.

Von Interesse ist ein Vergleich mit den sechsklassigen Schulen, den Progymnasien, den Realprogymnasien und den lateinlosen Realschulen, die sich in ihren Berechtigungen nicht wesentlich von einander unterscheiden. Es zeigt sich, dass in demselben Zeitraume von 1900—1903 die Progymnasien von 59 auf 43 und die Realprogymnasien von 21 auf 20 herabgegangen sind, während die Zahl der lateinlosen Realschulen von 138 auf 145 gestiegen ist. Dasselbe Ergebnis finden wir in der Schülerzahl, eine Verminderung bei den Progymnasien von 6972 auf 4706 und bei den Realprogymnasien von 1850 auf 1576, während die Zahl der Realschüler sich von 17360 auf 30069 vermehrt hat.

3) E. Riecke, Beiträge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen. Leipzig und Berlin 1904. S. 119, gestützt auf W. Lexis, Das Unterrichtswesen des deutschen Reiches, Bd. II. Im einzelnen waren nach

Es ist verständlich, dass unter diesen Umständen von mancher Seite der Wunsch gehegt wird, auch an den Gymnasien den naturwissenschaftlichen Unterricht, namentlich im Sinne einer besseren Pflege der Beobachtungsgabe, zu verstärken. Indessen würde diese Massregel dem Sinne der Schulreform von 1900 wenig entsprechen, denn in dem zweiten Absatz des Königl. Erlasses vom 26. Nov. 1900 ist ausdrücklich hervorgehoben: „Durch die grundsätzliche Anerkennung der Gleichwertigkeit der drei höheren Lehranstalten wird die Möglichkeit geboten, die Eigenart einer jeden kräftiger zu betonen." Die Eigenart der Gymnasien liegt aber ohne Zweifel in dem intensiven Betriebe der antiken Sprachen. Unser Bestreben muss vielmehr darauf gerichtet sein, den Realanstalten eine völlige Anerkennung der Gleichberechtigung in allen Bundesstaaten zu verschaffen, dann wird, wie das Beispiel der sechsklassigen Schulen lehrt, das numerische Überwiegen der Gymnasien schon von selbst aufhören.

Anders liegt die Sache bei den Realgymnasien. Hier lassen sich allerdings Wünsche rechtfertigen, die dahin gehen, dass diese Schulen ihrem ursprünglichen Charakter wieder angenähert, statt ihm immer weiter entfremdet zu werden. Diese Schulart versucht in ihrem Lehrplan einen Kompromiss zwischen den Anforderungen der antiken und der modernen Kultur. Vor 1882 überwog der Gesichtspunkt der letzteren, seitdem ist aber das Latein zum Hauptfach geworden und die Naturwissenschaft immer mehr in die Rolle eines Nebenfaches herabgedrückt. Diese Entwicklungsrichtung zeigt sich namentlich in der modernen Schulgattung, die unter dem Namen der Reformschulen das Vorurteil erwecken könnte, als ob in ihnen ganz besonders der Gedanke der Schulreform verkörpert sei. An sich hat das Reformschulwesen mit der von uns betrachteten Schulreform gar nichts zu tun, es handelt sich bei diesen Schulen um Versuche mit einem lateinlosen Unterbau für die ersten drei Jahrgänge, Versuche, die zuerst im

---

den Angaben des letztgenannten Werkes unter den 578 Abiturienten aller höheren Lehranstalten, die im Jahre 1902 sich dem Bau- und Ingenieurfache widmeten, fast 60 Proz. Gymnasialabiturienten, und nur 18 Proz. kamen von der Oberrealschule; von 134 Bergbaubeflissenen fast 66 Proz. vom Gymnasium und kaum 15 Proz. von der Oberrealschule; von den 661, die in das Forst-, Post- oder Steuerfach eintraten oder sich der Landwirtschaft, dem Handel und der Industrie zuwandten, 60 Proz. vom Gymnasium und nur etwas über 16 Proz. von der Oberrealschule; von den 319, die in das Heer eintraten, sogar 85 Proz. vom Gymnasium und nicht ganz 16 von der Oberrealschule.

Eine deutliche Illustration des Berechtigungszwanges gibt auch die Zahl der Extraneer, d. h. derjenigen Abiturienten, die nur der Berechtigung wegen das Examen einer bestimmten Schulart nachmachen, aber einen anderen Bildungsgang genossen haben. Solche Extraneer gab es nach den Ergänzungsheften des Zentralblattes im Jahre 1902 an Gymnasien 116, an Realgymnasien 19 und an Oberrealschulen nur 2.

Jahre 1878 an dem mit einer Realschule verbundenen Realgymnasium zu Altona angestellt und später im Jahre 1892 in Frankfurt a. M. auch auf das Gymnasium übertragen wurden. Ohne Frage beruht der Gedanke eines gemeinsamen Unterbaues für unser dreiteiliges Schulsystem auf einer gesunden Grundlage: die Frage der Berufswahl kann um einige Jahre hinaufgeschoben werden, und der Übergang von einer Schulart auf die andere wird für die ersten Jahre erleichtert. Diese Vorzüge haben dahin geführt, dass die Zahl dieser Anstalten in Deutschland auf etwa 73 angewachsen ist.[1]) Man darf nur nicht übersehen, dass in den nächstfolgenden Schuljahren der Abstand in dem Lehrplane sich entsprechend schneller vergrössert, da das Latein in den Reformgymnasien mit 10 und in den Reformrealgymnasien mit 8 Wochenstunden in der Untertertia einsetzt und das Griechische in den Oberklassen der Gymnasien von der Untersekunda an mit je 8 Wochenstunden betrieben wird. Das hat dann die weitere Folge gehabt, dass in den Reformrealgymnasien der naturwissenschaftliche und in den Reformgymnasien der mathematische Unterricht in den oberen Klassen gekürzt wurde. Es bleibt auffallend, dass diese Entwicklung sich Jahrzehnte lang fortsetzen konnte, bis endlich auf der Casseler Novemberkonferenz über Fragen des Reformschulunterrichts[2]) eine nachdrückliche Einsprache dazu führte, dass durch Ministerialerlass vom 24. März 1902 versuchsweise eine geringe Vermehrung der Physikstunden auf Kosten des Lateinischen genehmigt wurde. Es darf aber nicht verschwiegen werden, dass auf derselben Konferenz von anderer Seite der Entwicklung der Realgymnasien nach der sprachlichen Richtung hin das Wort geredet wurde. Jedenfalls wird für die Zukunft mit diesen Tendenzen zu rechnen sein. Als im Jahre 1888 die erwähnte Massenpetition an den Unterrichtsminister gerichtet wurde, da war der Hinweis auf den bestimmenden und klärenden Einfluss, den die Naturforschung auf fast alle Wissenschaften und Künste ausgeübt hat, der erste Gesichtspunkt für die gewünschte Schulreform. Vergleichen wir damit die jüngste Kundgebung[3]) des aus dieser Bewegung hervorgegangenen „Vereins für Schulreform", in der die Vorzüge der Reformschulen gepriesen werden, so ist es auffallend, dass die Naturwissenschaften überhaupt keine Erwähnung finden,

---

1) Eine vollständige Übersicht über die am 1. April 1904 im Deutschen Reiche bestehenden Reformschulen giebt Matthias in der Monatsschrift für höhere Schulen. III. Jahrg., 5. Heft, S. 281 ff.

2) Vergl. O. Liebmann, Reformschulen nach Frankfurter und Altonaer System. Berlin 1903; ferner den Artikel von Schulte-Tigges in „Natur und Schule", Bd. II, S. 257 ff.: Die Stellung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den Reformrealgymnasien.

3) Zeitschrift für die Reform der höheren Schulen. 17. Dez. 1903. 15. Jahrg., Nr. 4. S. 61: „Unser Flugblatt".

während von den Fremdsprachen sehr ausführlich gehandelt wird. Man findet wohl eine Bemerkung über „Realien, der dem Knabenalter gemässen Geistesnahrung“, wobei man aber zweifeln kann, ob damit nicht etwa die „Realien“ gemeint sind, die auch der Sprachunterricht nach dem Muster des naturwissenschaftlichen in sich aufgenommen hat. Das Studium des Wortes gilt in manchen Kreisen für vornehmer als das Studium der Dinge. Wenn etwa im fremdsprachlichen Unterricht ein Buch gelesen wird, das ein naturwissenschaftliches Thema behandelt, so wird dadurch die „banausische Naturwissenschaft“ zu der vornehmeren „Geisteswissenschaft“!

Hochgeehrte Anwesende! Gegen die Berechtigung dieses Gegensatzes ist schon sehr viel geredet, ich erinnere nur an die Ausführungen meines verehrten Kollegen Pietzker auf der Düsseldorfer Naturforscherversammlung. Sehen wir ganz ab von der Mathematik, dieser Geisteswissenschaft par excellence, und von ihrer Anwendbarkeit auf die verschiedensten Teile der Naturwissenschaft, was ist denn die Kritik der sinnlichen Wahrnehmung, von der wir bei den Beobachtungen ausgehen, was ist denn die Unterscheidung und Vergleichung der beobachteten Tatsachen, mag das Ergebnis in Form eines Naturgesetzes oder einer systematischen Ordnung zum Ausdruck kommen, anders als eine Betätigung des menschlichen Geistes und ein Bewusstwerden dieser geistigen Tätigkeit? Oder gedenken wir des kühnen Gedankenfluges, der den nicht beobachtbaren inneren Zusammenhang in den Erscheinungen durch scharfsinnige Hypothesen und Theorien zu deuten sucht und uns zu mathematisch genauen Vorausbestimmungen zukünftiger Ereignisse in der Natur befähigt.

Auch in den leitenden Kreisen der Unterrichtsbehörden scheint man von einem gewissen Misstrauen gegen die Naturwissenschaft nicht frei zu sein. Bei der Einführung der Oberrealschulen als Anstalten für allgemeine Geistesbildung weisen die Lehrpläne von 1882 (S. 6) auf die „Gefahr“ hin, „durch eine überwiegende Hingebung an die mathematisch-naturwissenschaftliche Seite des Unterrichts den Charakter von Fachschulen anzunehmen“. Wenn ich nach meinen persönlichen Erfahrungen urteilen darf, so ist diese „Gefahr“ heute wohl als beseitigt zu betrachten. Ich war seit dem Jahre 1875 an zwei Realschulen I. O., nach 1882 an einem Realgymnasium und bin gegenwärtig an einer Oberrealschule tätig, aber von einem Überwiegen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Seite konnte man zu keiner Zeit auf diesen Schulen reden. Die Herren Kollegen, die etwa in gleicher Lage sind, werden mir bestätigen, dass der herrschende Wind auf allen unseren Schulen von der philologischen Seite kommt. Auch die Oberrealschule, an der der naturwissenschaftliche Unterricht den verhältnismässig grössten Umfang hat, trägt diesen vorwiegend philologischen Charakter, er äussert ich in der überwiegenden Zahl der sprachlichen Unterrichtsstunden

und der damit zusammenhängenden Zahl der Lehrer, namentlich aber auch in der höheren Bewertung der Leistungen auf sprachlichem Gebiete als auf naturwissenschaftlichem; man hat hier einfach das Französische und Englische als Erben des Lateinischen und Griechischen eingesetzt, obgleich es wohl keinem Zweifel unterliegt, dass das Französische heute nicht mehr die Weltsprache ist, die es früher war.[1]) Höhere Schulen mit vorwiegend naturwissenschaftlichem Charakter giebt es in Deutschland nicht, das ist auch das Urteil eines bekannten und bedeutenden englischen Schulmannes, M. Sadler[2]). Sein Urteil geht dahin, „dass die Realschulen einen Lehrplan haben, der auf Sprachstudien gegründet ist mit einer entsprechenden Hinzufügung von Mathematik; Naturwissenschaften bilden nicht, wie sehr häufig in England, den Kern des Lehrplanes.“

Bei dem vorwiegend philologischen Charakter aller unserer höheren Schulen ist vielmehr die Frage berechtigt, ob nicht die Gefahr einer einseitigen und falschen Auslese für die höheren Berufsarten vorliegt. Abgesehen davon, dass durch das Überwiegen des Sprachunterrichts der scholastischen Auffassung Vorschub geleistet wird, als ob alle Wissenschaft vorzugsweise aus Büchern gelernt werden müsse, so wird doch durch jede einseitige Betonung einer einzelnen Seite des Unterrichts vorzugsweise die streb- und arbeitsame Mittelmässigkeit begünstigt, selbständige Charaktere aber ausgeschaltet, wenn Veranlagung und Interesse sich den weniger hoch bewerteten Unterrichtsfächern zuneigt. Wem wären nicht aus der Unterrichtspraxis Fälle bekannt, in denen ein ganz verständig beanlagter Schüler mit ausgesprochener Neigung für naturwissenschaftliche Fächer, mit guter Beobachtungsgabe und gesundem Urteil, doch gezwungen wurde, aus den mittleren Klassen abzugehen, nur weil er sich in den sprachlich-grammatischen oder auch vielleicht in den mathematischen, allzu formalen Schulzwang nicht hineinfinden konnte? Bekannt ist das klassische Beispiel Liebigs, der, wie Aug. v. Hofmann[3]) in launiger Weise berichtet, in der Schule — aus Widerwillen gegen die lateinische Grammatik — eine bedenkliche Vorliebe für den letzten Platz auf der letzten Bank zeigte. Nun ist ja nicht gerade jeder, der in der Schule die letzte Bank drückt, ein Liebig, dessen Genius sich trotz der entgegenstehenden Hindernisse Bahn zu brechen vermochte.

---

1) Bemerkenswert ist es jedenfalls, dass man in Schweden zu der Überzeugung gekommen ist, dass der bisherige Vorrang des Französischen, bzw. Englischen gegenüber dem Deutschen unbedingt beseitigt werden müsse. Vgl. Zeitschrift für lateinlose höhere Schulen. XV. Jahrg., 9. Heft, S. 275.

2) Vergl. Karl T. Fischer, Der naturwissenschaftliche Unterricht in England Leipzig 1901. S. 79.

3) J. v. Liebig, F. Wöhler. Zwei Gedächtnisreden von A. W. v. Hofmann Leipzig 1891. S. 9.

Aber wir dürfen nicht vergessen, dass in dem Zeitraume von fast 100 Jahren, der uns von der Schulzeit Liebigs trennt, insbesondere seit dem Jahre 1834, die Hindernisse in Gestalt eines wohlorganisierten Berechtigungswesens erheblich zugenommen haben. Wenn wir uns die Frage vorlegen, ob es wohl heute noch denkbar wäre, dass ein noch so genial veranlagter Apothekerlehrling nach unfreiwillig abgebrochener Gymnasiallaufbahn doch mit 16 Jahren die Universität beziehen und mit 21 Jahren Professor an der Universität Giessen werden könnte? — ich möchte wenigstens diese Frage nicht unbedingt bejahen!

Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, als ob es sich bei dem Sprachenmonopol im allgemeinen und bei dem Gymnasialmonopol im besonderen um eine altbewährte Einrichtung handelte. Gewiss herrschte auf den alten Lateinschulen die Grammatik, und es fehlten die modernen Bildungselemente, aber es fehlte auch der Berechtigungszwang. Auf der Schule gab es die Möglichkeit der Dispensationen und andererseits die private Vorbildung durch Informatoren, die Aufnahme auf die Universität erfolgte auf dieser selbst durch die sogenannte Dekanatsprüfung. Selbst bei der Einführung des Abiturientenexamens im Jahre 1788 hörte das nicht auf, erst das von Joh. Schulze ausgearbeitete Reglement von 1834 hat die Reifeprüfung auf den Gymnasien zur unerlässlichen Vorbedingung für den Eintritt in alle Berufsarten gemacht, denen ein mindestens dreijähriges Universitätsstudium vorausgehen soll. Das sind also genau erst 70 Jahre, und ebenso alt ist auch der Protest in Gestalt der Klagen wegen Überbürdung, die aufs engste zusammenhängen mit dem Zwange, dass alle ohne Unterschied der persönlichen Veranlagung und der besonderen Bedürfnisse des künftigen Berufs denselben Bildungsgang bis in das zwanzigste Lebensjahr hinein durchmachen müssen.

Die durch die Initiative S. M. des Kaisers eingeleitete Schulreform hat hier offenbar den richtigen Weg vorgezeichnet; aber um diesen Weg gangbar zu machen, bedarf es der vollen Gleichberechtigung aller Schulen und insbesondere auch derjenigen, die dem naturwissenschaftlichen Unterrichte eine sorgfältigere Pflege angedeihen lassen. In der Überzeugung, dass die Ergebnisse der Naturforschung nicht nur für den engen Kreis der Fachgenossen Interesse haben, sondern auch nach Inhalt und Methode einen hohen allgemein bildenden und erzieherischen Wert beanspruchen, erscheint mir gerade die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte dazu berufen, die Pflege eines naturwissenschaftlichen und mathematischen Bildungsideales auf den Schulen zu fördern und gegen die Tendenzen in Schutz zu nehmen, die heute wie zu allen Zeiten auf die Einschränkung seiner Wirksamkeit hinauslaufen.

Versuchen wir nun im folgenden kurz zusammenzustellen, was sich nach dem bisherigen Entwicklungsgange als das Ziel des mathe-

matischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts ergeben hat, so wollen wir an erster Stelle die Bedeutung der Mathematik als Unterrichtsgegenstand in vollem Masse anerkennen, einmal um ihrer selbst willen, um die exakte Schulung im Denken, die sie verleiht, auf allen Schularten ergiebig zu pflegen; dann aber auch wegen der mannigfachen Verwertung, die sie fast in allen Gebieten der Naturwissenschaft findet. Ich kann mich in dieser Hinsicht kurz fassen, da dieser hochbedeutsame Gegenstand einem besonderen Referate vorbehalten ist und von berufener Seite behandelt werden wird. Vorbereitend möchte ich nur darauf hinweisen, dass es sich bei diesem längst eingebürgerten Unterrichtsfache nicht um Wünsche handelt, die auf eine Vermehrung des Pensums hinauslaufen, sondern die im wesentlichen die Auswahl des Stoffes und den inneren Ausbau des Unterrichts betreffen. Vor allem geht das Bestreben aber dahin, den mathematischen Unterricht mit den übrigen Aufgaben der Schule im Interesse des gemeinsamen Zieles in möglichst vielseitige und lebendige Beziehung zu setzen.

Die Verwertung der Mathematik gestaltet sich am zwanglosesten auf dem Gebiete der Physik und Astronomie und ist in dem hergebrachten Schulbetriebe vielfach so einseitig durchgeführt, dass in einem gewissen Gegensatz dazu Bestrebungen aufgetreten sind, auch im Schulunterrichte den empirischen Charakter der Physik mehr in den Vordergrund treten zu lassen. Statt in der mathematischen Formel und in ihrer Anwendung auf fingierte Fälle das Endziel des Unterrichts in dieser Wissenschaft zu erblicken, möchte man nach dem Vorbilde des englischen Schulunterrichts das Verfahren erproben, dem Schüler durch eigene praktische Übungen die naturwissenschaftliche Denkweise anzuerziehen.[1]) Auch diese Fragen wird der folgende Vortrag eingehender behandeln und zur Diskussion stellen.

Werden schon Wünsche laut, die an den Gymnasien für diesen Unterricht angesetzte Zeit zu vermehren, so gilt das noch in viel höherem Grade von der Chemie, dieser Schwesterwissenschaft der Physik. Auf den Gymnasien ist ihr nur die Zeit von einem halben Jahre bewilligt, aber auch auf den Realgymnasien hat sie seit den Lehrplänen von 1882 eine empfindliche Kürzung erfahren, die sich namentlich bei der Behandlung der so wichtigen Kohlenstoffverbindungen nachteilig geäussert hat. Innerlich hat sich in der neueren Zeit eine Annäherung der Physik und Chemie vollzogen, der ohne Frage auch der Schulunterricht in seinem Betriebe Rechnung zu tragen hat. Indessen kann der Unterricht in der Chemie für die Schule gerade dadurch besonders bedeutungsvoll gemacht werden, dass er sich die Beziehungen vergegenwärtigt, die der Chemie als einer grundlegenden Wissenschaft

1) Karl T. Fischer, Der naturwissenschaftliche Unterricht in England. Leipzig u. Berlin 1901. S. 35.

zu den übrigen Zweigen der Naturwissenschaft zukommen. Wenn in den preussischen Lehrplänen, wie auch in der Prüfungsordnung für die Lehramtskandidaten, die Mineralogie mit der Chemie unmittelbar verbunden erscheint, so soll damit nur zum Ausdruck kommen, dass die erstere in der Regel nicht als selbständiges Unterrichtsfach für die Schule in Betracht kommt, sondern nur insofern sie das natürliche Vorkommen der wichtigsten Grundstoffe behandelt. Wünschenswert ist es jedenfalls, dass der Unterricht in der Chemie das Verständnis für geologische Vorgänge, wie Verwitterung der anstehenden Gesteine, Bildung der Ackerkrume u. dgl., vorbereitet. Aber bei dem Namen Liebig, den wir heute erwähnt haben, werden wir auch der Beziehungen der Chemie zu den organischen Naturwissenschaften gedenken, zumal wenn wir in der Schule ein Verständnis für den pflanzlichen und tierischen Stoffwechsel, insbesondere auch für den Stoffwechsel der Menschen anbahnen wollen; ist es doch vorzugsweise die chemische Energieform, mit der der Organismus arbeitet [1]. Selbstverständlich braucht deshalb der chemische Unterricht nicht etwa ganz und gar auf die Bedürfnisse des biologischen Unterrichtes zugeschnitten zu sein [2]; er hat ebensowohl seine eigenen Ziele wie jeder andere Teil der Naturwissenschaft. Aber wir werden anerkennen, dass wohl keine Wissenschaft so sehr das verbindende Glied zwischen den einzelnen Disziplinen zu sein vermag, wie gerade die Chemie. Es ist das eine Auffassung, die schon vor langen Jahren der verstorbene um die Methodik des naturwissenschaftlichen Unterrichts so hochverdiente Schulrat B. Schwalbe vertreten hat, und der Name dieses Mannes erweckt uns auch die Erinnerung an die von ihm wiederholt betonte Forderung, dass der chemische Unterricht nicht versäumen darf, Ausblicke in die wirtschaftliche Entwicklung der Gegenwart, auf Technik und Industrie zu geben. Selbstverständlich kann es sich nur um gelegentliche Ausblicke handeln, eine eigentliche Technologie passt nicht in den Rahmen einer Schule für allgemeine Geistesbildung. Schliesslich mag auch darauf hingewiesen werden, dass sich im chemischen Unterrichte unserer Realanstalten schon lange das verwirklicht hat, was man jetzt auch in der Physik zu erreichen sucht, das sind die praktischen Übungen, durch die der Schüler zu einem relativ selbständigen Arbeiten und Untersuchen angeleitet werden kann. Ich denke, dass diese Skizze genügen wird, um zu zeigen, dass

1) Vergl. Ostwald, Vorlesungen über Naturphilosophie. Leipzig 1902. S. 318 u. fg.

2) Diese Bemerkung bezieht sich auf die vollständig missverstandene Auffassung meiner Darlegungen über den biologischen Unterricht (vergl. Unterrichtsblätter für Mathematik nnd Naturwissenschaften. IX, 5 u. 6, 1903) bei J. Wagner in M. Verworns Beiträgen zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den höheren Schulen. Jena 1904, S. 66.

der Unterricht in der Chemie, wenn er seinen Anforderungen genügen soll, nicht zu knapp in der Zeit, aber auch nicht zu dürftig in der äusseren Ausstattung bedacht werden darf; vor allem fehlt es hier in manchen Schulen an den zureichenden Räumlichkeiten, ohne die ein erfolgreicher Unterricht nicht gedeihen kann.

So blieben uns noch die Fächer, die wir im vorigen schon kurz gestreift haben, und von denen die ganze Bewegung ausgegangen ist, die uns heute beschäftigt. Wie über den mathematisch-physikalischen, so kann ich mich hier über die Fragen des biologischen Unterrichts (Botanik, Zoologie und Anthropologie) kurz fassen, da auch hier ein besonderes Referat die einschlägigen Fragen zur Diskussion stellen wird, und da die Hamburger Thesen, die auf eine Wiederherstellung des biologischen Unterrichts in den oberen Klassen hinauslaufen, bereits auf der Casseler Versammlung einstimmige Annahme gefunden haben. Dem gleichen Gegenstande ist ein kleiner jetzt erschienener Sammelband „Über Fragen des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen“ gewidmet, in dem sowohl die einleitende Besprechung des Herausgebers, M. Verworn, über die Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts, wie auch namentlich die Abhandlungen der Herrn R. Hertwig (Zoologie) und W. Detmer (Botanik) zu dem übereinstimmenden Ergebnis kommen, dass ein Unterricht in den biologischen Fächern nur dann rüchte tragen kann, wenn er sich auf schon vorher erworbene chemische und physikalische Kenntnisse stützt, wenn er also bis in die oberen Klassen durchgeführt wird.

Hinzufügen möchte ich noch, dass ganz unabhängig von der biologischen Bewegung im Jahre 1902 die Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft auf Antrag des Herrn Geh. Bergrats v. Koenen in Göttingen den einstimmigen Beschluss gefasst hat, eine Eingabe an die Kultusministerien aller deutschen Bundesstaaten zu richten, „dass auf den höheren und mittleren Lehranstalten auch Unterricht in den Elementen der Geologie erteilt werde, nicht in solcher Weise, dass das Gedächtnis damit irgendwie belastet werde, sondern dass die Anschauung und Beobachtung dadurch geklärt und geschärft und eine Anzahl von Begriffen und Bezeichnungen des täglichen Lebens verständlich gemacht werde“.[1]) In den preussischen Realgymnasien war vor der Kürzung des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Jahre 1882 die Geologie bereits ein Bestandteil des naturgeschichtlichen Unterrichts, und mehrere andere Staaten, wie Sachsen, Württemberg, Baden, haben auch gegenwärtig die Geologie in ihren Unterrichtsplan aufgenommen; auch die preussische Unterrichtsver-

1) Vergl. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 54. Bd. 1902. Protokolle S. 137.

waltung hat ihr Entgegenkommen dadurch bekundet, dass sie den Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft zur Einreichung von Vorschlägen zu einem Lehrplane veranlasst hat. In dem erwähnten Sammelhefte hat J. Walther in Jena dieselbe Frage in gleichem Sinne behandelt, und endlich befürwortet ein Aufsatz von H. Wagner in Göttingen den näheren Anschluss des geographischen Unterrichts an den naturwissenschaftlichen, der wohl am wirksamsten dadurch erreicht würde, wenn das Studium und die Erwerbung der Lehrbefähigung in der Geographie noch häufiger, als es vielleicht jetzt schon geschieht, mit dem der Naturwissenschaften verbunden würde; dann würden die Elemente der Klimatologie und Geologie, der Tier- und Pflanzenkunde mit Bezug auf Verbreitung und Anpassungsfähigkeit dem geographischen Unterrichte einen reicheren Inhalt verleihen als jetzt, wo es sich vielfach vorwiegend um das Auswendiglernen von Höhen- und Tiefenangaben, von Einwohnerzahlen u. dgl. handelt. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorzug würde ferner die bessere Verwendbarkeit zugleich naturwissenschaftlich und geographisch gebildeter Lehrer auch an solchen Schulen sein, an denen, wie an den Gymnasien, beide Fächer nur spärlich mit Unterrichtsstunden bedacht sind.

Es liegt auf der Hand, dass die zuletzt genannten Wünsche, die den biologischen und geologischen Unterricht betreffen, sich nicht ohne tiefer gehende Veränderungen in dem bisherigen Unterrichtsbetriebe durchführen lassen, und dieses Bedenken tritt uns auch bei allen noch so wohlwollenden Äusserungen der preussischen Schulbehörden entgegen. Diesen Bedenken gegenüber könnte man sich ja darauf berufen, dass die Durchführung dieses Planes doch vor 25 Jahren an der preussischen Realschule I. O. möglich gewesen ist, und dass sich diese Unterrichtsverteilung beispielsweise an der Anstalt, an der ich unterrichte, bis in die Gegenwart erhalten hat. Indessen möchte ich heute noch auf einen anderen gangbaren Weg hinweisen, der sich aus dem Vergleich mit der Lehrverfassung der österreichischen Gymnasien und Realschulen bietet. Hier findet sich Physik, Chemie und Biologie sowohl im Lehrplane der Unterstufe, wie der Oberstufe, in dem Untergymnasium und der Unterrealschule ebensowohl, wie auch im Obergymnasium und der Oberrealschule, und zwar hat sich diese Einrichtung, die in Österreich bereits seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts besteht, offenbar bewährt, denn auch die neuesten Instruktionen für die Realschulen vom Jahre 1899 und für die Gymnasien vom Jahre 1900 haben diesen Lehrplan beibehalten. Auch auf der diesjährigen Pfingstversammlung des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften wurde eine Behandlung physikalischer Erscheinungen schon im Unterricht der unteren und mittleren Klassen als wünschenswert und möglich hingestellt; von einem erfahrenen Schul-

manne wurde berichtet, dass in dem altpreussischen Gymnasium von 1834—56 an mehreren Schulen ein Unterricht in der Physik bereits von Quarta an erteilt wurde, und zwar mit gutem Erfolg. — Selbstverständlich kann es nicht die Aufgabe dieser Versammlung sein, über Einzelfragen eines Lehrplanes zu beraten, indessen wollte ich doch die Möglichkeit angedeutet haben, durch eine derartige Verschiebung der Biologie einen Platz im Unterrichte der oberen Klassen zu gewähren.

Ein anderer Einwand bezieht sich auf den Mangel an geeigneten Lehrern. Tatsächlich ist der naturgeschichtliche Unterricht, wie er jetzt an unseren Schulen in den mittleren und unteren Klassen erteilt wird, überwiegend in der Hand von Mathematikern, Philologen oder seminaristisch gebildeten Lehrern. In der Provinz Posen hat man statistische Erhebungen darüber angestellt, und es hat sich, wie Norrenberg berichtet, ergeben, dass von den 214 Stunden, die an 21 höheren Lehranstalten wöchentlich auf den biologischen Unterricht fallen, 36 Stunden von seminaristisch vorgebildeten Lehrern, 60 von akademisch gebildeten ohne Lehrbefähigung in diesem Fach und 12 Stunden von solchen Lehrern erteilt werden, die nur für eins der beiden biologischen Fächer qualifiziert waren, dass also im ganzen 108, d. h. über 50 Proz. der biologischen Lehrstunden auf unzureichend vorgebildete Lehrer kamen.[1])

Wenn wir fragen, wie erklärt sich dieser Zustand, der übrigens nicht auf diese östliche Provinz beschränkt ist, so gibt es doch nur die eine Antwort: Es ist die Schuld unserer seit 25 Jahren bestehenden Lehrverfassung, die den biologischen Unterricht aus den oberen Klassen verbannt hat. Welcher Lehrer wird denn ein Fach zum Lebensberuf wählen, das nur in den unteren und mittleren Klassen betrieben wird, während die anderen Fächer ihn in die oberen Klassen führen? Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Mangel an geeigneten Lehrkräften aufhören wird, sobald sich ihre Verwendungsfähigkeit bessert, und ebenso wenig wird es bezweifelt werden können, dass ein Unterricht in diesen wie in allen anderen Fächern nur dann von Wert sein kann, wenn er von einem sachkundigen Lehrer erteilt wird. Andererseits geben aber die oben angegebenen Zustände ein Bild von der geringen Bedeutung, die einem naturwissenschaftlichen Fache im Unterricht unserer höheren Schulen beigemessen wird, da die Verteilung des naturgeschichtlichen wie auch des geographischen Unterrichts sehr oft nur von dem Gesichtspunkte geleitet wird, die Pflichtstundenzahl eines Lehrers auszufüllen, in vielen Fällen ohne Rücksicht auf Lehrbefähigung und tiefer gehendes Interesse.

Fassen wir nun in wenigen Worten zusammen, wie wir die gegen-

1) Die Reform des höheren Schulwesens in Preussen. Hrg. von W. Lexis Halle a. S. 1902. XVII. Der Unterricht in den Naturwissenschaften von J. Norrenberg, S. 299.

wärtige Lage des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts beurteilen, so müssen wir sagen, dass die Lage namentlich des naturwissenschaftlichen Unterrichts noch immer unter der historischen Entwicklung unseres Schulwesens zu leiden hat. Zwar ist den Naturwissenschaften im Lehrplane der Realanstalten ein erheblich breiterer Boden bewilligt, auf dem sich ihre bildenden und erzieherischen Kräfte entwickeln können, und namentlich ist seit dem Allerhöchsten Erlass vom 12. Nov. 1900 und der sich daran schliessenden Regelung der Berechtigungsfragen in Preussen auch der Betätigung dieser Kräfte ein weiteres Feld eröffnet als früher. Allein von einer vollen Gleichstellung der Realanstalten mit den Gymnasien und damit auch von der richtigen Würdigung des in ersteren besser gepflegten naturwissenschaftlichen Unterrichts sind wir im deutschen Vaterlande noch weit entfernt.

Von dem inneren Betriebe kann man sagen, dass zwar in allen unseren höheren Schulen neben der Mathematik auch die für die Allgemeinbildung wichtigsten naturwissenschaftlichen Disziplinen vertreten sind, dass aber zur vollen Entfaltung ihrer Bildungselemente in den Gymnasien namentlich die erforderliche Zeit und an allen Schulen auch die zweckmässige Anordnung und Verknüpfung der Fächer zu wünschen übrig lässt. Mögen in der Wissenschaft auch zeitweise die einzelnen Zweige sich selbständig nach verschiedenen Richtungen hin entwickeln, für den Unterricht an den Schulen, die eine allgemeine Geistesbildung bezwecken, werden stets die Gesichtspunkte in den Vordergrund treten müssen, die den Ausblick auf die Einheit der Naturwissenschaft begünstigen, auf die Befestigung der Einsicht, dass es sich bei der Vielheit der Naturerscheinungen doch um das Walten der einen Natur handelt, und dieser Gesichtspunkt muss auf der Schule schon in der ganzen Anordnung und in dem Zusammenwirken der einzelnen Lehrgebiete zum Ausdruck kommen.

Das Bild von dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichte an unseren höheren Schulen würde aber ein unvollständiges sein, wenn ich nicht auch mit einigen Zügen auf die Frage der Lehrerbildung eingehen würde.

Die Ausbildung der Lehrer für Mathematik und Naturwissenschaften gehört zu den Aufgaben der philosophischen Fakultät unserer Universitäten, und zwar erfolgt dieselbe in der Regel so, dass auf die besonderen Bedürfnisse des künftigen Berufs keine Rücksicht genommen wird; der Lehrer wird so ausgebildet wie der zukünftige Forscher. Nun würde ich jedenfalls der letzte sein, der etwa einer Herabminderung der wissenschaftlichen Durchbildung der Lehrer das Wort reden würde; indessen muss doch betont werden, dass auch die methodische und didaktische Verarbeitung des wissenschaftlichen Unterrichtsstoffes volle Beachtung verdient, und dafür ist von seiten der Universität bisher nur wenig geschehen. In dieser Hinsicht hat viel-

mehr der Lehrerstand an den höheren Schulen, namentlich in dem Zeitraume der letzten 30 Jahre, aus eigener Kraft die Arbeit übernommen, wie nicht nur die Mitwirkung der naturwissenschaftlich-mathematischen Lehrer in der allgemeinen pädagogischen Literatur, sondern auch die Gründung mehrerer angesehener Fachzeitschriften[1]) für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht beweisen. Auch die Tätigkeit der Sektion für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht unserer Naturforscherversammlungen und die Gründung des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften legen für diese Arbeit Zeugnis ab. Die Mitwirkung der Hochschullehrer auf diesem Gebiete ist aber nur sehr vereinzelt. Zwar bietet die, wie wir dankbar anerkennen, sich immer weiter ausbreitende Einrichtung der Ferienkurse Gelegenheit, die Fühlung zwischen Schule und Universität zu stärken, allein diese Einrichtung kommt doch bisher nur verhältnismässig wenigen zugute.

Ich möchte nicht versäumen, bei dieser Gelegenheit auf das Verdienst hinzuweisen, das sich einzelne Hochschullehrer auch für die methodische Durchbildung der Lehramtskandidaten erwerben. Ich habe hier eine kleine Schrift, die überschrieben ist: „Ratschläge und Erläuterungen für die Studierenden der Mathematik und Physik an der Göttinger Universität“; sie ist herausgegeben von der Direktion des mathematisch-physikalischen Seminars, ich glaube, dass das Hauptverdienst wohl Herrn Geh. Rat Klein zufällt. Ich habe, obwohl nicht in erster Linie Mathematiker, diese Schrift mit grossem Interesse gelesen und habe sie erfahrenen Mathematikern unter meinen Kollegen vorgelegt, die mir erklärten, dass sie schon deshalb wünschen möchten, noch einmal jung zu werden, um diesen umfassenden und klar durchgedachten Studiengang an sich selbst zu erproben. Dieser Weg, wie er in ähnlicher Weise auch auf einigen anderen Universitäten für die methodische Ausbildung der Mathematiker betreten ist[2]), verdiente auch für alle naturwissenschaftlichen Studien gangbar gemacht zu werden. Wenn die wichtige Frage nach der allgemeinbildenden und erzieherischen Bedeutung der naturwissenschaftlichen Disziplinen auch auf der Universität mehr wie bisher Beachtung findet, so eröffnet sich ohne Zweifel ein fruchtbares Feld für eine segens-

1) Ich möchte namentlich anführen: Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Leipzig, B. G. Teubner, hrg. v. H. Schotten, begründet 1869 von J. C. V. Hoffmann. — Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Berlin, J. Springer, hrg. von F. Poske seit 1887. — Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften. Berlin, O. Salle, hrg. von F. Pietzker, begründet 1894 unter Mitwirkung von Bernhard Schwalbe. — Natur und Schule, Zeitschrift für den gesamten naturkundlichen Unterricht aller Schulen. Leipzig, B. G. Teubner, hrg. v. B. Landsberg, O. Schmeil u. B. Schmid seit 1902.

2) Vgl. z. B.: Ratschläge für die Kandidaten des höheren Lehramtes in Mathematik und Physik an der Universität Jena. 2. Auflage. 1904.

reiche Wechselwirkung von Universität und Schule, ein Vorzug, der übrigens dem philologischen Unterrichte schon lange zu statten kommt.

Indem wir jetzt in die Beratung der einzelnen Fragen des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts eintreten, so wollen wir bedenken, dass wir heute erst am Beginn einer Verständigung stehen, und dass wir daher bestrebt sein müssen, den Irrtum, den wir in der entgegengesetzten Meinung sehen, lieber zu berichtigen als zu bekämpfen. Möge die folgende Diskussion von dem Geiste durchweht sein, dass wir der heranwachsenden Jugend, diesem kostbarsten Gute der Nation, nur das Beste von alledem mit auf den Weg geben wollen, was menschliche Erziehungskunst und Wissenschaft zu bieten vermag. Nicht Sonderinteressen der einzelnen Unterrichtsfächer, auch nicht das Sonderinteresse des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts überhaupt, sollen die Debatte beherrschen. Wir wollen die historisch berechtigten Fäden, die das Erziehungs- und Unterrichtswesen unseres Vaterlandes mit der Vergangenheit verbinden, nicht ohne Not zerreissen; auch wollen wir keineswegs die hohe Bedeutung einer ästhetisch-literarischen und sprachlich-historischen Bildung verkennen, aber wir wollen uns doch bewusst bleiben, dass wir die Jugend nicht für die Vergangenheit, sondern für ein Verständnis der Gegenwart und für eine gedeihliche Mitarbeit an dem Kulturwerke der Zukunft heranbilden wollen, und im Rahmen einer darauf abzielenden allgemein-menschlichen Geistesbildung, eines Humanismus im wahren Sinne des Wortes, wollen wir auch den Errungenschaften der Naturforschung und der mathematisch-exakten Schulung des Geistes die Stellung im Unterricht der höheren Schulen sichern, die ihnen ihrem innersten Wesen nach gebührt!

2.

Bemerkungen zum mathematischen und physikalischen Unterricht.

Von

F. Klein.

Hochgeehrte Anwesende! Ich möchte Ihnen als Einleitung zu dem von mir zu gebenden Referate einige Schriften vorlegen, welche ich mit meinen Göttinger Kollegen zusammen, insbesondere meinem alten

Freunde E. RIECKE, über die hier in Betracht kommenden Fragen neuerdings veröffentlicht habe. Diese Schriften sind aus dem Ferienkurs für Oberlehrer der Mathematik und Physik entstanden, welcher alle zwei Jahre in Göttingen statt hat[1]), und an dem RIECKE und ich nach dem seitherigen Turnus alle vier Jahre beteiligt waren. Besagter Kurs giebt uns in längeren Intervallen willkommenen Anlass, uns darauf zu besinnen, was wir den Herren, die zu uns kommen, nicht nur an neuen Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung, sondern auch an Überlegungen und Nachweisen, die für den Unterricht an den höheren Schulen unmittelbar dienlich sein möchten, mitgeben können. Ich habe hier zunächst einen ersten Sammelband hierher gehöriger Vorträge, der unter dem Titel: Über angewandte Mathematik und Physik in ihrer Bedeutung für den Unterricht an den höheren Schulen im Jahre 1900 erschien (Leipzig, Teubner). Der Titel lässt ja auch den Fernerstehenden erkennen, um welchen besonderen Stoff es sich handelt. Ich will aber zur Orientierung hinzufügen, dass der Ruf nach stärkerer Berücksichtigung der Anwendungen im mathematischen und physikalischen Unterricht seit 1890 etwa an den höheren Schulen wie an den Universitäten immer stärker hervorgetreten ist, und dass es sich nun darum handelte, Inhalt und Bedeutung der neu herankommenden Gebiete in übersichtlicher Darstellung vorzuführen.[2]) Die neue Prüfungsordnung für Lehramtskandidaten von 1898 hat angewandte Mathematik geradezu als neues Prüfungsfach eingeführt. — Ich habe hier ferner die beiden ersten Hefte eines neuen Sammelbandes (Leipzig, Teubner, 1904), der von vorn herein als ein Beitrag zu der heute in Breslau stattfindenden Debatte geplant war — es fehlt noch das dritte Heft, in welchem FR. SCHILLING (bisher Göttingen, nunmehr Danzig) über die Anwendungen der darstellenden Geometrie, insbesondere über die Photogrammetrie handelt; dasselbe hat wegen der vielen Figuren leider noch nicht völlig fertiggestellt werden können. Trotzdem mag hier vorweg gerade auf dieses Heft verwiesen sein, weil mir daran liegt hervortreten zu lassen, dass bei unserer Anteilnahme an den Reformbestrebungen des mathematischen und physikalischen Unterrichts die Fürsorge für die Entwicklung der Raumanschauung keineswegs zurücktritt, wir umgekehrt derselben, indem wir dem Worte „darstellende Geometrie" die denkbar weiteste Interpretation geben, ganz besondere Sorgfalt zuteil werden lassen

1) In den Zwischenjahren (1901, 1903 etc.) findet dann jeweils ein Ferienkursus in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern statt.

2) Die Einzelvorträge waren: ED. RIECKE, Geschichte des physikalischen Unterrichts; F. KLEIN, Allgemeines über angewandte Mathematik und insbesondere technische Mechanik; FR. SCHILLING, Darstellende Geometrie; E. WIECHERT, Geodäsie; G. BOHLMANN, Versicherungsmathematik; EUG. MEYER, Wärmekraftmaschinen; TH. DES COUDRES, Elektrotechnik.

möchten. Das zweite Heft (um rückwärtsgehend den Bandinhalt aufzuzählen) bringt neben pädagogischen Erwägungen über Inhalt, Methode und Ziel des physikalischen Unterrichts an den Schulen (die den weiter unten noch ausführlicher zu nennenden Tendenzen parallel gehen) insbesondere auch einen flott geschriebenen Artikel von K. Schwarzschild über astronomische Beobachtungen mit elementaren Hilfsmitteln.[1]) Das erste Heft endlich, mit dem Titel: Über eine zeitgemässe Umgestaltung des mathematischen Unterrichts an den höheren Schulen, behandelt in Aufsätzen von E. Götting und mir die brennende Frage, ob und in wie weit elementare Teile der Differential- und Integralrechnung in den Schulunterricht hereingenommen werden sollen. Wir befürworten die Maßregel ganz allgemein (d. h. für alle Schulgattungen), aber zugleich in vorsichtigster Weise. Ersteres, weil ein Verständnis der mathematischen Elemente unserer modernen Kultur ohne Kenntnis und Beherrschung des Funktionsbegriffs, wenigstens in seiner anschaulichen, durch den Verlauf einer Kurve gegebenen Form, unmöglich scheint, wogegen andere, von früher überkommene, aber für den allgemeinen Schulzweck nicht mehr gleich wichtige Teile der Mathematik zurücktreten können, — letzteres, weil in keiner Weise die Meinung sein kann, das mathematische Pensum unserer Gymnasien oder höheren Realanstalten zu vermehren oder auch nur zu erschweren. Weiter hierüber in Einzelheiten einzugehen, verbietet sich im Augenblicke von selbst und ist auch insofern nicht nötig, als der Gegenstand gestern in einer gemeinsamen Sitzung der nächstbeteiligten Sektionen bereits eingehend durchgesprochen wurde.

Verzeihen Sie, dass ich so lange bei diesen Göttinger Schriften verweilte. Sie erkennen jedenfalls, dass ich mit meinen Kollegen zusammen schon seit Jahren den uns zunächst betreffenden Unterrichtsfragen unserer höheren Schulen besondere Aufmerksamkeit zuwende und ich also an das heutige Referat nicht etwa, wie man vielleicht glauben möchte, vom einseitigen Standpunkte des Universitätsmathematikers heranging. Immer aber schien mir als Vorbereitung zu dem Referate erwünscht, meine Kenntnis der Verhältnisse noch durch weitere persönliche Bezugnahme mit denjenigen Kreisen zu ergänzen, die entweder mitten in der Unterrichtsarbeit an den höheren Schulen stehen oder aber dem mathematischen und physikalischen Unterricht unter anderen Gesichtspunkten besonderes Interesse zuwenden.

In ersterer Hinsicht darf ich anführen, dass ich nicht nur mit vielen einzelnen hervorragenden Lehrern höherer Schulen ausführlich Bezug nahm, sondern insbesondere auch mit den offiziellen Vertretern

1) Die physikalischen Beiträge sind: E. Riecke, Grundlagen der Elektrizitätslehre mit Beziehung auf die neueste Entwicklung; O. Behrendsen, Physik und Chemie an den höheren Schulen; J. Stark, Physik an der Schule; E. Bose, Kurse in physikalischer Handfertigkeit.

desjenigen Oberlehrervereins, der allen hierhergehörigen Problemen seit Jahren besondere Aufmerksamkeit widmet, des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften; ich nehme an, dass der Vorsitzende dieses Vereins, Herr Pietzker, der hier anwesend ist, hernach selbst das Wort ergreifen wird. Einer der grössten Schäden, unter welchen der Betrieb der mathematisch-naturwissenschaftlichen Studien seither in Deutschland litt, war die Entfremdung zwischen den Vertretern der höheren Schulen und der Hochschulen; möge dieselbe durch die persönliche Aussprache der letzten Tage wenigstens auf dem Gebiete der Mathematik dauernd überwunden sein!

Ferner aber kann ich berichten, dass ich an einer Vorbesprechung der uns heute interessierenden Unterrichtsfragen teilnahm, welche der Verein deutscher Ingenieure im Hinblick eben auf unsere Breslauer Verhandlungen in voriger Woche in München veranstaltete. Es genüge zu sagen, dass sich dort im allgemeinen eine erfreuliche Übereinstimmung hinsichtlich aller Grundfragen zeigte. Der Verein deutscher Ingenieure hat es sich nicht nehmen lassen wollen, an der heutigen Besprechung durch eigene Delegierte teilzunehmen, insbesondere wird der Kurator des Vereins, Herr v. Borries, hernach eine programmatarische Erklärung des Vereins zur Kenntnis der Versammlung bringen. Ich begrüsse dieses Zusammengehen des Ingenieurvereins mit der Naturforscherversammlung auch aus allgemeinen Gründen mit besonderer Freude: vereint werden wir, zunächst in der Unterrichtsfrage, ein ganz anderes Gewicht haben, als wenn jeder einzeln operiert. Es sind übrigens bereits auch Vorbereitungen im Gange, welche eine entsprechende Verbindung mit den maßgebenden Kreisen der praktischen Chemiker anbahnen sollen. Wenn aber jemand fürchten sollte, bei diesen Verbindungen würden die Interessen der theoretischen Wissenschaft unbillig zurückgedrängt, so meine ich antworten zu können, dass dieses von keiner Seite beabsichtigt wird, dass die Verhandlungen vielmehr von vorn herein in besonnener Erwägung aller nebeneinander in Betracht kommender idealer und praktischer Gesichtspunkte geführt werden sollen.

Hochgeehrte Anwesende! Wenn ich solcherweise einigermassen vorbereitet vor Sie trete, so beabsichtige ich trotzdem heute noch in keiner Weise, so wenig wie mein verehrter Herr Vorredner, Ihnen bestimmte Thesen vorzulegen oder gar Sie um Annahme von Thesen zu bitten. Der Gegenstand ist dazu viel zu umfangreich und vielseitig, insbesondere auch das Verhältnis zwischen den biologischen Wünschen und denjenigen, die ich zu vertreten habe, nicht genügend geklärt. Die Formulierung bestimmter Thesen wird später möglich sein, wenn erst die Dinge, wie ich hoffe, in einer grösseren, von der Naturforscherversammlung einzusetzenden Kommission allseitig durchgesprochen sein

werden. Heute ist meine Aufgabe, Sie über die neueren Bestrebungen und die hervortretenden Bedürfnisse auf den Gebieten des mathematischen und physikalischen Unterrichts unserer höheren Schulen im allgemeinen zu orientieren und damit hoffentlich Ihr ganzes Interesse für diese Fragen und Ihre dauernde Mitwirkung zur Förderung derselben zu gewinnen. Die philologischen Kreise können uns ein Vorbild sein! Sowie durch die Schulreform von 1900 die neue Grundlage gegeben war, haben sie mit grösstem Eifer eingesetzt, um innerhalb der neu gegebenen Bedingungen ihren Unterrichtsbetrieb von innen heraus zu beleben und zu kräftigen. Die Vertreter der alten wie der neuen Sprachen sind gleichmässig an der Arbeit. Dabei zeigt sich eine erfreuliche Kooperation aller beteiligten Kreise an Schule und Universität und eine uns bislang unbekannte Unterstützung auch durch die Schulbehörden. Möchten wir bald auf unserer Seite von etwas Ähnlichem berichten können!

Um nunmehr zu besonderen Bemerkungen über den mathematischen Unterricht überzugehen, muss ich zunächst erwähnen, was Ihnen allen bekannt genug ist, nämlich dass im letzten Jahrzehnt in ausgedehnten Kreisen, die weit auch in den Bereich der Naturforschergesellschaft hereingreifen, eine stark antimathematische Strömung hervortrat, die wie eine mächtige Woge den Besitzstand überflutet, dessen sich die Mathematik in Wissenschaft und Unterricht seither erfreute, und denselben vielfach wegzuschwemmen droht. Die philosophische Überlegung, dass Wogen vorüberziehen, dass auf schlechtes Wetter immer wieder auch gutes folgt, erschöpft glücklicherweise nicht das, was Ihr Referent zu dieser Erscheinung zu sagen hat. Ich habe vor allen Dingen auszusprechen, dass die gesamte Bewegung ihre Stärke nur aus gewissen Einseitigkeiten zieht, mit denen der mathematische Gedanke vielfach zur Geltung gebracht wurde. In den Gebieten der Anwendungen ist es der verfrühte mathematische Ansatz, der ohne genauere Kenntnis der in Wirklichkeit massgebenden Bedingungen vorangestellt wird und dann das Interesse von der Erfassung der eigentlichen Fragen ablenkt, beim Unterricht ist es die ausschliessliche Betonung der logischen Zusammenhänge unter Zurückschiebung der psychologischen Momente. Die logische Überlegung ist für die Mathematik, was das Skelett für den tierischen Organismus (der ohne das Skelett keinen Halt hat), aber es wäre eine merkwürdige Zoologie und ein sehr verfehlter zoologischer Unterricht, der von Beginn an nur von dem Knochengerüst der Tiere handeln wollte! Es fehlt die Zeit, um diese Bemerkungen hier weiter auszuführen. Hoffen wir, dass die Einseitigkeiten, die bei uns bestanden haben mögen, in nicht zu ferner Zeit überwunden sein werden, und dass dann der mathematische Gedanke nach der ihm

innewohnenden unzerstörbaren Kraft in neuer Stärke hervortreten wird! Dies ist jedenfalls das Programm, welches ich gegenüber der berührten Frage vertrete.

Glücklicherweise kann ich nun ferner berichten, dass der Umschwung in der Vertretung der Mathematik nach aussen hin, den ich allgemein befürworte, im Unterrichte an den höheren Schulen schon lange Zeit eingeleitet und weit fortgeschritten ist. Die Bewegung reicht in ihren Anfängen mindestens 30 Jahre zurück, aber hat bis jetzt, wie es scheint, in allgemeinen Kreisen noch nicht diejenige Beachtung gefunden, die sie verdient. Da ist zunächst die Voranstellung der genetischen Unterrichtsmethode statt der in früheren Dezennien herrschenden deduktiven, sodann die selbständige Pflege der Raumanschauung durch Konstruktion und Zeichnung (auf die ich schon in meinen einleitenden Bemerkungen Bezug nahm), endlich die Berücksichtigung der Anwendungen beim Unterricht (die ich ebenfalls bereits nannte) — also der Beziehungen der Mathematik zu der exakten Naturwissenschaft und allen der mathematischen Formulierung fähigen Gebieten des Lebens. Das logische Element soll darum nicht verkümmern, sondern auf Grund der anderweitigen, begleitenden Entwicklungen allmählich, von Klasse zu Klasse fortschreitend, immer deutlicher herausgearbeitet werden. — Und hier ordnet sich nun das, was ich mit meiner neuen Schrift will, als eine Fortsetzung des Begonnenen ein. Das funktionstheoretische Denken in der sozusagen naiven Form, in der es von den grossen Mathematikern des 18. Jahrhunderts entwickelt wurde, also die elementare Lehre von der Differential- und Integralrechnung, hat im Laufe des 19. Jahrhunderts alle Gebiete exakter Forschung immer vollständiger durchdrungen, — von der Physik beginnend, die sich in dieser Hinsicht als erste neben die von je mathematisch formulierte und darum als Vorbild dienende Astronomie stellte, bis hin zur Statistik und dem Versicherungswesen. Den Unterricht an den höheren Schulen so zu führen, dass der Schüler instand gesetzt werde, die solcherweise gewonnene Geltung der Mathematik nach ihrer allgemeinen Bedeutung zu verstehen, das ist die Aufgabe.

Ich will doch ausdrücklich aussprechen, dass ich die Gedanken, welche ich in dieser Hinsicht in meiner neuen Schrift entwickle, keineswegs als neue Entdeckungen ansehe. Sie finden in der Schrift selbst vielfache Bezugnahme auf andere Autoren, welche dasselbe Ziel verfolgen, insbesondere die sehr bemerkenswerten neuen Bestrebungen der Franzosen. Sie finden auch die Angabe, dass sich die Praxis unserer Schulen, ohne dass dies nach aussen besonders hervortritt, dem Ziele, welches ich befürworte, bereits wesentlich genähert hat. Ich habe für vielfache Zuschriften und Mitteilungen zu danken, die mich hierüber noch genauer belehrten. Um nur zwei Namen zu nennen, die

ich in meiner Schrift noch nicht aufführte, so verweise ich hier auf die Programmabhandlungen von Seeger (†, Direktor des Realgymnasiums in Güstrow), wo in überzeugender Weise dargetan wird, dass man in der Physik ohne eine systematische Auseinanderlegung der Grundbegriffe der Differential- und Integralrechnung nicht auskommt, wenn man sich nicht ungenauester Ausdrucksweisen und doch wieder sehr gequälter Überlegungen bedienen will[1]), dann auf verschiedene Publikationen von Höfler (damals in Wien, jetzt in Prag), der schon vor Jahren einer Einführung der Differential- und Integralrechnung in beschränkter Form auch in den Unterricht der humanistischen Gymnasien das Wort redete[2]). Es gilt nicht mehr, neue Gedanken zu finden, sondern die richtigen Gedanken innerhalb der gegebenen Verhältnisse in richtiger Weise zur Geltung zu bringen. Wir wären weiter, wenn das verflossene Jahrhundert der Verbreitung allgemeinerer mathematischer Kenntnisse in weitere Kreise nicht vielfach ungünstig gewesen wäre. So hat der herrschende Neuhumanismus mit seinen vorwiegend literarisch-ästhetischen Interessen mannigfach hemmend gewirkt, — für den Neuhumanismus kommt die Mathematik, wenn überhaupt, so nur nach ihrem formalen Werte, nicht nach ihrem Inhalt in Betracht, im strikten Gegensatz zu der Wertschätzung, deren sich unsere Wissenschaft im Zeitalter des Rationalismus erfreute. Eine besondere Hemmung hat sich aber auch daraus ergeben, dass die mathematischen Forscher, insbesondere an den Hochschulen, in ihrer Mehrzahl ausschliesslich von den Interessen ihrer Spezialität beherrscht waren. Sollte die Hoffnung trügen, dass sich mit dem beginnenden 20. Jahrhundert ein Umschwung zu gunsten der hier vertretenen Tendenzen vorbereitet?

Es ist ja unmöglich, hier tiefer in Einzelheiten einzugehen. Daher will ich den Unterschied der humanistischen Gymnasien und der höheren Realanstalten hinsichtlich der von ihnen zu erreichenden Ziele des mathematischen Unterrichts nur eben streifen. Das Wesentliche für die von mir vertretene Auffassung ist, dass sich der mathematische Unterricht in das allgemeine Lehrziel der jeweiligen Schule einfügt. Er wird also an den humanistischen Gymnasien mehr nach historischer, sowie nach philosophischer Seite ausgreifen, an den Realanstalten mehr nach seiten der Anwendungen und der praktischen Fähigkeiten. Alles Übrige lasse ich an dieser Stelle unbestimmt, indem

1) Man sehe z. B. die Programmabhandlung des Realgymnasiums zu Güstrow: „Bemerkungen über Abgrenzung und Verwertung des Unterrichts in den Elementen der Infinitesimalrechnung“ (Ostern 1894). — Ein Mittelpunkt für den Betrieb der Infinitesimalrechnung ist seit Anfang der siebziger Jahre insbesondere auch das Wiesbadener Realgymnasium gewesen.

2) Vergl. z. B. „Bemerkungen zu den Berliner Verhandlungen über Fragen des höheren Unterrichts“. (Österreichische Mittelschule, V. Jahrgang, Wien 1891.)

ich wegen der Ausführungen auf meine Schrift verweise (in der u. a. von einem spezifisch mathematisch-naturwissenschaftlichen Ideale der höheren Realanstalten die Rede ist). Hier kann nur das für alle Schulgattungen gemeinsam Geltende klar hingestellt werden. Ich werde in dieser Hinsicht noch sagen, dass der mathematische Unterricht, wie ich ihn hier befürworte (übrigens so weit in genauer Übereinstimmung mit den 1901 erschienenen neuen preussischen Lehrplänen), zur wesentlichen Entlastung der Nachbarfächer beitragen wird. Denn wir werden in der Lage sein, die mathematische Behandlung physikalischer Aufgaben, die in den physikalischen Stunden die freie Entfaltung des physikalischen Gedankens so häufig hemmt, in die mathematischen Stunden hereinzunehmen, ebenso beispielsweise die für die Schule unerlässlichen mathematischen Entwicklungen aus den Gebieten der Geographie und Astronomie. Wir werden in dieser Hinsicht die besten Freunde der Naturwissenschaften sein und verlangen dafür nur eines: dass man uns die bisherige Stundenzahl belässt (4 Stunden auf den Oberklassen der Gymnasien, 5 Stunden desgl. auf den Realanstalten). Es ist an sich ein Unding, die Stundenzahl eines Faches in dem Augenblicke vermindern zu wollen, wo man demselben erweiterte Aufgaben stellt. Wir brauchen unsere jetzige Stundenzahl, weil der mathematische Unterricht nur dann erfolgreich ist, wenn er mit einer gewissen Breite auf den Schüler wirkt, so dass dieser sich das Gehörte als wirkliches geistiges Eigentum erwirbt, wozu fortwährende Übung an Aufgaben und vielfache Wiederholung unerlässlich ist. Nach dem Urteil aller erfahrenen Lehrer, mit denen ich hierüber sprach, sind hierfür die seither geltenden Stundenzahlen eben ausreichend. Es ist also sehr bedenklich, dass die Reformgymnasien die Zahl der Mathematikstunden in den oberen Klassen auf 3 herabgesetzt haben; die Stundenvermehrung, welche sie dafür der Mathematik in den mittleren Klassen konzediert haben, scheint um so weniger ein Aquivalent zu bieten, als in den Oberklassen der Reformschulen, wie schon mein geehrter Herr Vorredner betonte, alle Unterrichtsenergie den sprachlichen Fächern zugute kommt. Wir protestieren namentlich aber auch gegen die Verordnung von 1892, die den mathematischen Unterricht auf der Tertia der Gymnasien, trotzdem dort Geometrie und Algebra beide zum ersten Male in wissenschaftlicher Form einsetzen, auf nur 3 Stunden herabdrückt.

Ich habe endlich noch an meine engeren Fachgenossen eine Bitte. Im Bereiche der hohen mathematischen Forschung stehen zur Zeit die Untersuchungen über die Grundlagen unserer Wissenschaft, ihre Voraussetzungen, oder, wie man lieber sagt, ihre Axiome im Vordergrunde des Interesses. Es liegt so nahe, dass ein eifriger Mathematiker es unternimmt, die hierin erreichten Fortschritte in den Schulunterricht hineinzutragen. Geschieht dies in vorsichtiger Form, mehr andeutungs-

weise, in Prima, vor Schülern, die der Lehrer erfolgreich an abstraktere Gedankengänge gewöhnt hat, so wird dies niemand tadeln. Aber es gibt Verfasser, die ihre für die Schule bestimmten Lehrbücher mit einer ausführlichen und abstrusen Darlegung neuer Axiomsysteme beginnen. Das mag wissenschaftlich sehr interessant sein, — bei unseren Lehrern werden Sie damit keinen Erfolg haben. Die deutsche Schule, wie sie sich in den letzten Jahrzehnten entwickelt hat und entwickeln musste, weist solche Versuche unbedingt zurück. Ihr erster Grundsatz ist, überall an die Fassungskraft und das natürliche Interesse ihrer Zöglinge anzuknüpfen. Das Vorbild des Euklid, mit dem man von je das entgegengesetzte Verfahren gestützt hat, ist irreleitend. Man sollte jeder Ausgabe des Euklid vordrucken, dass der grosse Verfasser der „Elemente“ ganz gewiss nicht für Knaben geschrieben hat! Im übrigen, wenn Sie hierüber und über sonstige Fragen des mathematischen Unterrichts Ausführlicheres von berufener Seite suchen, so verweise ich Sie auf die Vorträge, welche hervorragendste französische Mathematiker hierüber im letzten Sommer gehalten haben [1]). Lesen Sie insbesondere, was dort H. Poincaré über die spezielle hier vorliegende Frage sagt! [2]).

Gestatten Sie mir nunmehr, hochgeehrte Anwesende, entsprechende Ausführungen über den physikalischen Unterricht! Dass der physikalische Unterricht an den Schulen einen ganz anderen Zweck hat als der mathematische, dass er naturwissenschaftliche Beobachtung und naturwissenschaftliches Denken zu üben hat, und dass hierbei die Mathematik nur die Bedeutung eines allerdings unerlässlichen Werkzeugs hat, darüber sind nachgerade wohl alle beteiligten Kreise einig. Von hier aus ergibt sich ein allgemeiner erfreulicher Aufschwung des physikalischen Betriebes, der aber auf allerlei Schwierigkeiten stösst, die ich hier bezeichnen muss.

Da ist zunächst die Beschaffung ausreichender Sammlungen und Arbeitsräume, die nicht ohne grössere finanzielle Mittel durch-

---

1) Conférences du musée pédagogique. Paris 1904: L'enseignement des sciences mathématiques et des sciences physiques par MM. H. Poincaré, G. Lippmann, L. Poincaré, P. Langevin, E. Borel, F. Marotte avec une introduction de M. L. Liard.

2) Vergl. auch verschiedene Stellen in H. Poincaré, La science et l'hypothèse. (Deutsch von F. und L. Lindemann unter dem Titel: Wissenschaft und Hypothese. Leipzig, Teubner, 1904.) — Ich verweise gern auch noch allgemein auf den Artikel von F. Marotte: „Les récentes réformes de l'enseignement des mathématiques dans l'enseignement secondaire français“ im neuesten Hefte der Jahresberichte der Deutschen Mathematikervereinigung (Sept. 1904), sowie eine Reihe anderer französischer Publikationen, die bereits in meiner Schrift: „Über eine zeitgemässe Umgestaltung etc.“ zitiert sind.

geführt werden kann (soviel im einzelnen durch gemeinsame Beschaffung zweckmässiger Apparate etc. gespart werden mag). So viel zu sehen, ist die Lage der einzelnen Anstalten in dieser Hinsicht sehr ungleich. An einzelnen, insbesondere städtischen Schulen ist ganz Hervorragendes geleistet, während die Dinge anderwärts noch sehr im Rückstande sind.

Da ist ferner die steigende Unmöglichkeit, mit der gegebenen Stundenzahl (2 in den Oberklassen der Gymnasien, 3 in den Realanstalten) auszukommen.

Dieselbe resultiert zunächst aus dem immer rascher werdenden Fortschreiten der Wissenschaft selbst. Jedes Jahr bringt neue Entdeckungen nach praktischer wie nach theoretischer Seite, welche zu ignorieren unmöglich ist. Ich nenne nur elektrische Kraftübertragung, Röntgenstrahlen, Radioaktivität. Wollten Sie von diesen Dingen in der Schule schweigen, die Schüler selbst würden mit unbequemen Fragen an Sie herantreten. Und gleichzeitig wächst die Physik immer mehr mit den Nachbarwissenschaften zusammen. In erster Linie mit der Chemie; man wird im physikalischen Unterricht eine gewisse Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Fragen nicht mehr abweisen können. Aber auch psychologische und erkenntnistheoretische Dinge müssen erörtert werden, beispielsweise wenn von der Farbenwahrnehmung oder überhaupt der Gesichtswahrnehmung im Gegensatz zu der rein physikalischen Theorie des Lichtes gehandelt wird. —

Die in Rede stehende Unmöglichkeit resultiert aber nicht minder aus den Fortschritten der Methodik. Man geht immer mehr darauf aus, die Selbsttätigkeit des Schülers in den Vordergrund zu rücken, in geeigneter Verbindung mit dem sonstigen physikalischen Unterricht physikalische Schülerübungen einzurichten. Wie immer man dieselben organisieren mag, sie verlangen einen beträchtlichen Mehraufwand von Zeit; schreiten doch die Übungen naturgemäss viel langsamer fort als ein systematischer Lehrvortrag [1]).

Nun hat man ja allerlei Erleichterungen vorgeschlagen, deren jede an ihrem Teile nützlich ist. Einmal Entlastung der physikalischen Lehrstunden durch einen zweckmässig geleiteten mathematischen Unterricht, worauf schon oben hingewiesen wurde. Dann Beiseitelassung aller minder wichtigen Kapitel der Physik, insbesondere solcher Einzelausführungen, die sich überlebt haben (wie zahlreiche wohlbekannte Experimente der Elektrostatik). Ferner Anreihung des Stoffes an eine auf vorangehende Kenntnis der Mechanik gestützte Energetik. [2]) Endlich neuerdings Einrichtung propädeutischer physikalischer Kurse

1) Vergl. wegen aller dieser Dinge einen Aufsatz von H. Hahn im Sonderheft 3 der Zeitschrift für physikalischen und chemischen Unterricht. Herbst 1904.

2) So O. Behrendsen in dem neuen Göttinger Sammelbande.

in den mittleren Klassen, wie sie übrigens in Österreich längst bestehen.[1])

Inzwischen scheint es, dass alle die Erleichterungen nicht ausreichen. Jedenfalls rufen die Physiklehrer lebhaft nach mehr Stunden, wie dies andererseits mit dringenden Gründen die Vertreter der übrigen naturwissenschaftlichen Fächer tun. Die Änderungen im mathematischen Unterricht, die ich oben befürwortete, betreffen nur den inneren Betrieb der Mathematik selbst; sie können dementsprechend, sobald man will, ohne weiteres durchgeführt werden. Physik und die anderen Naturwissenschaften aber gehen mit ihren Wünschen wesentlich weiter, sie treten entweder mit einander oder mit anderen Unterrichtsfächern in Kollision. Es wird die schwierige Aufgabe Ihrer Kommission sein, hier einen gangbaren Ausweg zu finden. Schon hier aber bitten wir die Schulbehörden, diesen Fragen alle Aufmerksamkeit zuzuwenden. Was den Unterricht in Physik und Chemie angeht, so scheint kein Zweifel zu sein, dass das Ausland die deutschen Schulen vielfach überflügelt hat.[2]) Und zwar wird die grosse Sorgfalt, die beispielsweise in England und Amerika dem physikalischen und chemischen (wie auch dem mathematischen) Unterricht neuerdings zugewendet wird, ausdrücklich damit begründet, dass man hofft, solcherweise die Bevölkerung für den Konkurrenzkampf der Nationen auf dem Gebiete der Industrie und der militärischen Geltung tüchtiger zu machen! Fürwahr ein wichtiger Grund, vielleicht mehr geeignet, unseren Wünschen bei den maßgebenden Instanzen Gehör zu verschaffen, als alle die idealen Überlegungen, mit denen wir sonst operieren.

Im übrigen aber sei hier generell auf Poskes Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht (Berlin, Springer) aufmerksam gemacht, in der alle hier interessierenden Fragen nun schon lange Jahre hindurch eine ebenso vielseitige, als von grossen Gesichtspunkten geleitete Vertretung gefunden haben. Vielleicht wäre es gut, wenn die Fachgenossen an der Universität und der technischen Hochschule den dort hervortretenden Bestrebungen unserer Oberlehrerkreise eine erhöhte Aufmerksamkeit zuwenden wollten. Ich habe den Eindruck, dass in dem Masse, als diese Bestrebungen an der Schule Boden gewinnen, die für unsere jungen Studenten bestimmte einleitende Vorlesung über Ex-

---

1) Der österreichische Lehrplan ist überhaupt durch die Abstufung, welche er für alle Fächer des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts durchzuführen weiss, wie auch durch die eingehenden, sichtlich von fachkundigster Hand herrührenden methodischen Bemerkungen sehr beachtenswert.

2) Ich zitiere hier aus dem demnächst in der Zeitschrift für physikalischen und chemischen Unterricht erscheinenden Aufsatz von K. Fischer: „Der naturwissenschaftliche Unterricht — insbesondere in Physik und Chemie — bei uns und im Auslande". Derselbe enthält zahlreiche interessante Einzelangaben.

perimentalphysik höher einsetzen könnte, zumal wenn gleichzeitig der mathematische Unterricht an den Schulen eine für das physikalische Studium geeignetere mathematische Vorbildung zur Verfügung stellen wird.

Die Heranbildung tüchtiger Lehrer, — das ist schliesslich der Punkt, der bei allen Reformbestrebungen, die wir für die höheren Schulen hegen mögen, als der wichtigste allen anderen voransteht. Ich möchte hierüber um so lieber einige Worte sagen, als hier die Stelle ist, wo die Universität zu unmittelbarer Mitwirkung berufen ist, und ich dementsprechend aus eigener Erfahrung reden kann. Es gilt, eine doppelte Gefahr zu vermeiden. Einmal, dass wir zu hoch greifen und die Ausbildung des späteren Oberlehrers mit derjenigen des Akademikers verwechseln, für den wissenschaftliche Konzentration auf ein einzelnes Problem bis hin zur Erprobung der eigenen produktiven Kraft als Hauptaufgabe erscheint. Dann wieder, nach der anderen Seite, dass wir nach dem Muster der Lehrerseminare ausschliesslich eine gleichförmige Ausbildung der Lehramtskandidaten von breitem enzyklopädischen Charakter anstreben. Der richtige Weg, wie ich ihn verstehe, führt in der Mitte zwischen diesen Extremen hindurch. Beim Studium der Lehramtskandidaten — so etwa möchte ich es formulieren —, ist so viel Übersicht und Einsicht betreffs aller mit dem Schulunterricht in Verbindung stehender Teile der einzelnen Wissenschaft anzustreben, dass eine brauchbare Grundlage für eine spätere selbständige Berufstätigkeit gewonnen wird. Hierin liegt, dass wir den Umfang des Studiums weder zu eng, noch zu weit wählen dürfen.

Jedenfalls kommen wir zu der Schlussfolgerung, dass wir die mathematisch-physikalischen Studien von den biologischen im allgemeinen abtrennen müssen. Denn jedes dieser beiden Gebiete ist jetzt so breit entwickelt und verlangt, wenn es gründlich und umfassend getrieben werden soll, auf der Universität so viel Zeit (nicht nur für Vorlesungen, sondern namentlich auch für Übungen, Praktika und eigene Arbeiten), dass es für einen Mann von mittlerer Begabung ganz unmöglich scheint, nach beiden Seiten Genügendes zu leisten. Wir meinen auch, dass beispielsweise ein Kandidat, der mit der Lehrbefähigung in reiner Mathematik und Physik diejenige in angewandter Mathematik verbindet und damit eine gewisse geschlossene Bildung erworben hat, für die Schule wertvoller sein möchte, als ein anderer, der sich kümmerliche Nebenkenntnisse in den beschreibenden Naturwissenschaften erwarb, dafür aber seine Hauptfächer nur einseitig betrieb. Die Schulverwaltungen neigen ja zunächst zu einer entgegengesetzten Auffassung: sie wünschen sich Kandidaten, welche auf Grund ihrer Zeugnisse von vorn herein möglichst vielseitig zu verwenden sind.

Ich verstehe die Notwendigkeit, jüngere Lehrkräfte unter Umständen vielseitig zu beschäftigen, aber es ist die Frage, ob hierzu derjenige, der ein gründliches Studium bewältigt hat, vermöge seiner grösseren geistigen Selbständigkeit nicht schliesslich geeigneter ist, als ein anderer, der von der Universität nur oberflächliche Kenntnisse mitbrachte. Ich kann an die Schulverwaltungen nur die Bitte richten, von den tatsächlichen Verhältnissen an der Universität immer wieder nähere Kenntnis zu nehmen und die dadurch gegebenen Notwendigkeiten bei der Beurteilung der Kandidaten nach Möglichkeit in Betracht zu ziehen. Mögen sie dafür die Versicherung entgegennehmen, dass wir wirklich nicht beabsichtigen, aus jedem Lehramtskandidaten einen Spezialforscher zu machen, sondern dass uns die Brauchbarkeit des Mannes für die Schule am Herzen liegt.

Nach anderer Seite ist freilich meine Meinung, dass wir den Unterricht der Lehramtskandidaten an der Universität unter den Gesichtspunkten, die ich gerade hervorhob, noch vielfach werden bessern können. Was Mathematik angeht, so mehren sich neuerdings die hierher gehörigen Aufsätze und Vorschläge in erfreulicher Weise.[1]) Physik betreffend kann ich auf den bereits oben genannten Artikel von E. Bose im neuen Göttinger Sammelbande verweisen.[2]) Ich habe vor einigen Tagen die entsprechenden ausgezeichneten Einrichtungen gesehen, welche in Berlin, in der alten Urania, unter Leitung von Hrn. Geh.-Rat Vogel getroffen sind. Jüngere Lehrer finden dort systematische Anleitung zur Anfertigung und Handhabung physikalischer und chemischer Demonstrationsapparate oder auch zur Anlegung biologischer Sammlungen und Herstellung einfacher biologischer Präparate. Vielleicht kann man sagen, dass diese besonderen Einrichtungen überflüssig wären, wenn der Universitätsunterricht der Lehramtskandidaten überall zweckmässig entwickelt wäre. Was insbesondere die Lehramtskandidaten der Mathematik und Physik angeht, so möchte ich noch ein Wort über deren Ausbildung an den technischen Hochschulen sagen. So wie die Verhältnisse sich jetzt entwickelt haben, kann ich nur befürworten, an allen technischen Hochschulen dahingehende Einrichtungen zu treffen. Denn die moderne Technik ist ein so wesentlicher Bestandteil unserer heutigen Kultur, dass wir ihr einen unmittelbaren Einfluss auf das heranwachsende Geschlecht der späteren Lehrer gestatten müssen. Aber freilich müssten an der technischen Hochschule für die Lehr-

---

1) Vergl. z. B. den Aufsatz von P. Stäckel im Junihefte der Jahresberichte der Deutschen Mathematikervereinigung, 1904 („Angewandte Mathematik und Physik an den deutschen Universitäten"), dann Vorträge von A. Gutzmer und P. Stäckel auf dem letzthin (Aug. 1904) in Heidelberg abgehaltenen Internationalen Mathematikerkongresse (dessen „Verhandlungen" bald ausgegeben werden sollen) etc.

2) Über Kurse in physikalischer Handfertigkeit.

amtskandidaten eigene Einrichtungen getroffen werden; es genügt nicht, dieselben auf die für die Ingenieure ohnehin gehaltenen Vorlesungen und Übungen zu verweisen. —

Wichtig insbesondere ist aber, dass die wissenschaftliche Ausbildung und Arbeit der Oberlehrer mit der Studentenzeit nicht abgeschlossen sei. Nicht die selbständige wissenschaftliche Forschung (die immer nur das Vorrecht weniger sein wird), wohl aber die wissenschaftliche Verarbeitung der von anderer Seite neugewonnenen Fortschritte (Verarbeitung für die Zwecke der Schule) sollte ein allgemeines Attribut der Oberlehrertätigkeit sein. Wir begrüssen die Ferienkurse (die immer weitere Verbreitung finden) als ein vorzügliches Mittel, in dieser Hinsicht immer neue Anregungen zu verbreiten. Aber sie sind für sich nicht genügend, sie sind nur wie eine Art Abschlagszahlung. Was wir wünschen, sind regelmässige Urlaubssemester, welche dem Lehrer Gelegenheit geben sollen, nach Jahren absorbierender Amtstätigkeit immer wieder freie wissenschaftliche Umschau zu halten und durch persönliche Bezugnahme und Einsicht auf Reisen hier und dort von allen Fortschritten, die auf seinem Gebiet Bedeutung haben mögen, wie insbesondere von dem Eingreifen dieses Gebietes in das allgemeine Getriebe der menschlichen Kultur Kenntnis zu nehmen!

Ich wende mich zum Schluss noch einmal an die Schulbehörden und diejenigen, die hinter ihnen stehen, die Finanzverwaltungen. Alle Fortschritte, die wir im Unterrichtswesen wünschen mögen, insbesondere diejenigen, welche den naturwissenschaftlichen Unterricht betreffen, kosten Geld. Wir verstehen, dass unseren Vorschlägen daher nur nach ernster Prüfung entsprochen werden kann, aber wir bitten, in der Tat in eine solche Prüfung einzutreten. Und noch ein zweites, Spezielles mag hier als Wunsch vorgetragen werden. Soviel ich weiss, wird es in den einschlägigen Verwaltungskreisen selbst vielfach beklagt, dass namentlich in den mittleren Instanzen so wenige Sachverständige vorhanden sind, die auf Grund ihrer früheren Studien das Gebiet des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts von innen heraus beherrschen. Hier bitten wir je eher je besser ändernd einzugreifen. Denn wir leiden unter der Empfindung, dass Wünsche von unserer Seite seit Jahren vielfach nur deshalb haben zurückstehen müssen, weil ihnen an der zunächst in Betracht kommenden Stelle nicht die richtige sachgemässe Würdigung zuteil ward.

Im übrigen aber richte ich einen Appell an das grosse Publikum der Gebildeten. Es genügt nicht, dass wir die Leistungsfähigkeit der Oberlehrer steigern, sondern wir müssen denselben auch die Berufsfreudigkeit wiedergewinnen, von der man sagt, dass dieselbe hin und wieder verloren gegangen sei. Hierzu aber können Sie alle beitragen, indem Sie die eigenartigen Schwierigkeiten studieren, die der Unterricht an den höheren Schulen, der wissenschaftlich und päda-

gogisch zugleich sein soll, mit sich bringt, und daraufhin den Männern, welche der Überwindungen dieser Schwierigkeiten ihre Lebensarbeit zuwenden, verständnisvolle Sympathie nnd Hochachtung entgegenbringen!

3.

Wünsche, betreffend den biologischen Unterricht.

Von

Fr. Merkel.

Das in folgendem zu gebende Referat soll die Wünsche zum Ausdruck bringen, welche wir Biologen bezüglich des Unterrichts in der Biologie in den höheren Lehranstalten hegen. Ich möchte dabei sogleich vorausschicken, dass meine Ausführungen alle schultechnischen Erörterungen beiseite lassen werden, da es sich nur um die materielle Seite der Frage handelt, doch darf ich vielleicht der Überzeugung Ausdruck geben, dass es voraussichtlich für alle Anstalten möglich sein wird, unseren Wünschen ohne Vermehrung der Stundenzahl nur durch Einschränkung rein philologisch-linguistischer Gegenstände Genüge zu leisten.

Ich beschränke diese Wünsche auf das Allerallgemeinste und verweise im übrigen auf die von Professor Verworn redigierte Schrift: Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen. Jena 1904. Es bleiben nur ihrer zwei übrig:

Erstens müssen wir wünschen, dass alle Schüler, welche sich eine allgemeine Bildung aneignen wollen, beobachten lernen, in erster Linie diejenigen, welche sich in der Folge dem Studium der belebten Natur zu widmen gedenken, ausserdem aber auch die übrigen, welche sich einem anderen Spezialberuf zuwenden.

Zweitens müssen wir wünschen, dass alle Schüler höherer Bildungsanstalten einen Begriff von den wichtigsten Funktionen des menschlichen Körpers auf ihren ferneren Lebensweg mitnehmen.

Wer, wie ich, die jungen Leute direkt von der Schule weg erhält, um ihnen das Fundament der Medizin, die Anatomie, zu lehren, der weiss, dass denen, welche nicht ein ganz ausgesprochenes Talent dazu

mitbringen, die Fähigkeit, zu beobachten, völlig abgeht. AHLBORN[1]) meint sehr richtig, dass die gedruckten und geschriebenen Wortbilder und nicht die Vorstellungen von den Dingen den Hauptinhalt des Unterrichts ausmachen, und es ist in der Tat der rein philologischen Methode des in der Schule betriebenen Bücherstudiums zuzuschreiben, dass den jungen Leuten die Betrachtung der Natur nichts zu sagen weiss. Ich gehe sogar noch weiter und behaupte, dass allen Kindern eine vortreffliche Beobachtungsgabe eigen ist, welche man nur zu pflegen brauchte, welche jedoch durch die bestehende Unterrichtsmethode geradezu zur Verkümmerung gebracht wird. Welch feine und treffende Bemerkungen hört man oft kleine Kinder über das äussern, was ihre Aufmerksamkeit erregt, und wie sehr wird dies alles später überwuchert durch die Sorge um die unregelmässigen Verba, die Bildung des Aoristes und ähnliches.

Meine erste Aufgabe ist es alljährlich, die Studierenden daran zu gewöhnen, das zu beschreiben, was sie sehen, und es muss meist kostbare Zeit dazu verwendet werden, elementare Dinge zu lehren, welche gekannt sein sollen, wenn das Universitätsstudium beginnt. Wenn ich mir z. B. ein mikroskopisches Präparat beschreiben lassen will, so kann ich im Anfang sicher sein, dass der weniger fleissige peinlich schweigt, dass mir der Strebsame aber nicht das Präparat mit allen seinen Zufälligkeiten erklärt, sondern ein Kapitel des Lehrbuches rezitiert. Wie tief die falsche Hochachtung vor dem Bücherstudium sitzt, bewies mir eine Examenserfahrung. Ein Kandidat zog in der Staatsprüfung, also nach Beendigung des ganzen medizinischen Studiums, die Frage „Gehirn“. Er erhob sich und bat mich, das Examen abzubrechen, da er nicht mehr die Zeit gefunden habe, sich auf diese Frage vorzubereiten. Mein Hinweis auf die unangenehmen Folgen seines Vorgehens vermochte den jungen Mann, die Beantwortung zu versuchen, und er bestand mit der Note „gut“. Er hatte geglaubt, ein Studium am Präparat, welches er fleissig und mit Verständnis durchgeführt hatte, genüge nicht, wenn nicht das Studium des Lehrbuches die höhere Weihe gegeben habe Diesem eklatantesten Fall könnte ich eine grosse Zahl ähnlicher Erfahrungen anreihen.

Wir müssen also darauf dringen, dass den Schülern die lebendige Natur als das Buch klar gemacht wird, in welchem sie zu lesen haben, und dass die literarischen Hilfsmittel nur solche zweiten Ranges sind. Dieses Ziel ist aber nur dann zu erreichen, wenn sich die Schüler während ihrer ganzen Schulzeit mit biologischen Dingen beschäftigen. Leider ist nun aber die Biologie aus den oberen Klassen, wo die allmählich auftretende Fähigkeit eigenen Urteils die Bemühungen des

1) Über die gegenwärtige Lage des biologischen Unterrichts an höheren Schulen. Verhandl. der vereinigten Abteilungen für Zoologie, Botanik, Geologie, Anatomie und Physiologie der 73. Vers. Deutscher Naturf. und Ärzte. Jena 1901.

Lehrers so wirksam unterstützen würde, gänzlich verbannt, so dass den Schülern das, was sie etwa in den unteren Klassen gelernt haben, wieder verloren geht, und ich stehe nicht an zu sagen, dass die Zeit, welche Lehrer und Knaben auf Biologie verwandt haben, zum grossen Teil verloren ist, da bei den jüngeren Schülern die Auffassungskraft noch nicht so weit ausgebildet ist, dass die gelernten Tatsachen ohne ständige Übung fest genug sitzen, um einen unveräusserlichen Schatz fürs Leben zu bilden. Das meiste wird vergessen, was mit Sicherheit aus der Art zu schliessen ist, wie die jungen Studenten sämtlich den biologischen Aufgaben gegenüber treten, gleichgültig, ob sie aus einer Realanstalt oder einem sogenannten humanistischen Gymnasium kommen. Die Physik dagegen, welche bis zum Abgang von der Schule getrieben wird, sitzt so fest und ist meist so gut verstanden, dass man auf den Kenntnissen in diesem Fach ohne weiteres fortbauen kann. Die Hamburger Thesen geben auch dem Wunsche, dass der biologische Unterricht durch alle Klassen geführt werde, entschieden Ausdruck.

Ich bin in der Lage, Vorschläge, in welcher Art das von uns angestrebte Ziel erreicht werden soll, nicht zu benötigen, da wir gar nichts anderes wünschen als eine Wiederherstellung der Verhältnisse, welche vor 1879 in vielen Teilen Deutschlands bestanden haben, und eine Ausdehnung derselben auf alle neunklassigen Anstalten. Soweit ich sehe, hat sich nur in Bremen eine derartige Anstalt in der alten Weise erhalten. Wer sich für die Sache interessiert, wird mit Nutzen den Aufsatz von Prof. Fricke[1]) über diese Schule lesen.

Wenn ich mir zwei spezielle Bemerkungen erlauben darf, dann möchte ich erstens für den biologischen Unterricht im allgemeinen empfehlen, die Systematik tunlichst zurücktreten zu lassen, obgleich sie keineswegs vollständig vermieden werden soll und kann. Einerseits ist auf das dringenste davor zu warnen, den Schülern die Freude an der belebten Natur durch geisttötende Rubrizierung zu verderben, andererseits dürfte es allerdings notwendig sein, sie mit den grossen Abteilungen des Tier- und Pflanzenreiches bekannt zu machen; wie überall, so ist eben auch hier die goldene Mittelstrasse die richtige. Zweitens möchte ich davor warnen, den Unterricht in das Prokrustesbett des Reglements einzuzwängen. Die Natur ist unendlich gross und die Vorbildung und spezielle Neigung des einzelnen Lehrers sehr verschieden. Weiss er nur den Schülern von der Begeisterung mitzuteilen, welche ihn selbst erfüllt, dann ist es vollständig gleichgültig, ob sie etwas mehr zoologische oder etwas mehr botanische Kenntnisse mit hinaus nehmen. Die Liebe zur Natur und die Fähigkeit ihrer Beobachtung kann man sich auf beiden Gebieten aneignen. Ist der Ort,

1) K. Fricke, Der biologische Unterricht an den neunklassigen Realanstalten. Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften. Jahrg. IX, 1903, Nr. 5 u. 6.

an dem sich eine Schule befindet, dafür günstig, und ist der Lehrer dazu vorbereitet, dann wird er mit grossem Nutzen auch Geologie und Paläontologie stärker heranziehen können.

Ausdrücklich möchte ich endlich nochmals wiederholen, dass sich unser Wunsch nicht etwa bloss auf die Realanstalten bezieht, sondern ganz besonders auch für die sogenannten humanistischen Gymnasien gilt. Denn aus ihnen werden für absehbare Zeit noch sehr viele junge Leute hervorgehen, welche sich den biologischen Fächern zuwenden. Aber auch für spätere Theologen und Juristen ist eine gewisse Kenntnis biologischer Dinge von höchstem Wert. Ganz abgesehen von dem unmittelbaren Nutzen, welcher ihnen in ihrem Berufe die Schulung in der Beobachtung bringen muss, ist unser modernes Leben so allseitig durchsetzt von naturwissenschaftlichen Anschauungen und zieht in so unzähligen Dingen Nutzen aus der Kenntnis der Lebensvorgänge von Pflanze und Tier, dass wir sagen dürfen: Jeder Mensch, welcher auf eine allgemeine Bildung Anspruch machen will, muss wenigstens von den Grundbegriffen der Biologie eine Vorstellung besitzen.

L. Hermann macht sehr mit Recht darauf aufmerksam[1]), dass die Mediziner bei ihrem Studium sich noch erwerben, was ihnen im Gymnasium vorenthalten wird, während dies Juristen und Philologen niemals können. Man merkt es in der Tat sehr häufig, dass der naturwissenschaftlich Gebildete einen weiteren Horizont besitzt als der Buchgelehrte, welcher sehr leicht einseitig bleibt und in Gefahr ist, dem wirklichen Leben dauernd fern zu stehen.

Der zweite anfangs ausgesprochene Wunsch, dass alle Schüler höherer Bildungsanstalten einen Begriff von den wichtigsten Funktionen des menschlichen Körpers auf ihren ferneren Lebensweg mitnehmen möchten, gilt natürlich ebenfalls für sämtliche in Rede stehenden Schulen. Alle Schüler haben das gleiche Recht darauf zu erfahren, was in ihrem eigenen Körper vor sich geht, um dadurch in die Lage versetzt zu werden, ihn sachdienlich zu behandeln und in Krankheitsfällen ärztlichem Rat das nötige Verständnis entgegen zu bringen. Reinke (l. c.) sagte in Hamburg sehr richtig, dass mancher Missbrauch der Jugendkraft auf totale Unwissenheit in biologischen Dingen zurückzuführen ist. Es scheint mir in der Tat, dass jeder junge Mann, welcher sich durch einen Sport oder in anderer Art das Herz geschädigt hat, oder welcher der Neurasthenie zum Opfer fällt, zur Zeit der Schule den Vorwurf machen kann, dass sie nicht die Grundlage gegeben hat, welche ihn in den Stand gesetzt haben würde, sich zu schützen. Wie will der junge Mann, welcher ins Leben hinaustritt, wissen, wie weit er im Radeln, Rudern, Turnen gehen darf, wenn er

1) L. Hermann, Die Vorbildung der Mediziner und der Entwurf der neuen Prüfungsordnung. Hochschulnachrichten 1899, Heft 109.

kaum die elementarsten Begriffe von Bau und Verrichtungen der Organe des Körpers hat? Wie will er sich gegen die Gefahren des Alkohols wappnen, wenn er nicht weiss, wie wichtig die Organe sind, welche dieser Feind des Menschengeschlechtes schwächt, selbst vernichtet? Ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich sage, dass ein sachgemässer Unterricht über den eigenen Körper den künftigen Offizier befähigen muss, seine Mannschaften, den künftigen Industriellen, seine Arbeiter rationeller zu behandeln wie bisher, was der Wehr- und Volkskraft in hohem Grade zugute kommen wird. Man sucht mit Recht jetzt überall Wohlfahrtseinrichtungen durchzuführen; wie viel leichter würde dies sein, wenn die massgebenden Persönlichkeiten bereits mit einem gewissen Fonds von biologischen Kenntnissen an ihre Aufgabe herantreten würden, welcher sie in den Stand setzt, den Ausführungen der Sachverständigen mit mehr Verständnis zu folgen, als es heute der Fall sein kann. Nicht zuletzt wäre auch zu erwarten, dass dem traurigen Kurpfuschertum, welches schon so viel Unheil angerichtet hat, ein wirksamer Riegel vorgeschoben würde, wenn jeder Gebildete von vorn herein darüber klar wäre, dass es unmöglich ist, aus einem Büschel von Haaren oder einer kleinen Probe Urin alle möglichen Krankheiten zu erkennen, und dass man nicht mit verbrannten Elstern und Ähnlichem die Krankheiten zu heilen vermöchte, sondern dass es die Pflicht jedes Vernünftigen ist, bei Gesundheitsstörungen sogleich einen fachmännisch gebildeten Arzt heranzuziehen. Wären biologische Kenntnisse allgemein, dann würde gewiss die segensreiche Einrichtung des Hausarztes wieder aufleben, da dann die Leute wüssten, dass es wichtig ist, eine Konstitution dauernd zu beobachten, wenn man ihre Störungen in Krankheitsfällen richtig beurteilen will.

Je nach der Art der einzelnen Anstalt kann bei der Betrachtung des menschlichen Körpers mehr oder weniger in die Tiefe gedrungen werden, und die Realanstalten werden es leichter haben wie die humanistischen. Bleibt die Zeit, dann wird man gewiss ausser der Organisation des menschlichen Körpers auch anthropologische und prähistorische Dinge herbeiziehen und diesen immer aktueller werdenden Wissenszweigen die gebührende Beachtung schenken. Das Mindestmass dessen, was man verlangen muss, ist, dass der Schüler, welcher die Schule verlässt, weiss, welche Rolle die Zelle im Körperhaushalt spielt, was die grossen Systeme und Organe zu leisten haben. Wo nur wenig Zeit zur Verfügung steht, müsste auf die Anatomie nur so weit eingegangen werden, wie es unbedingt nötig ist, um die Tätigkeit der Körperteile zu erklären, denn diese muss natürlich den Schwerpunkt bilden. Freilich wird man z. B. den grossen und kleinen Kreislauf nicht klar machen können, ohne Vorhöfe und Kammern des Herzens zu zeigen und zu erklären. Schwierigkeiten der Darstellung bestehen wohl nicht, da manche Organe von Tieren zur Demonstration

benutzt werden können, und da es jetzt so ausgezeichnete Abbildungen und Modelle des menschlichen Körpers gibt, dass man durch sie den Schülern in den letzten Schuljahren eine völlig ausreichende Vorstellung vermitteln kann, wenn erst eine allgemeine biologische Schulung in den unteren Klassen vorausgegangen ist.

Über dasjenige, was über die Organisation des Körpers im allgemeinen vorzutragen ist, wird wohl unter den Sachverständigen Einigkeit vorhanden sein, nur bezüglich der Genitalorgane begegnet man Meinungsverschiedenheiten. Meine eigene Meinung hierüber ist es, dass man den Schülern der obersten Klasse einen kurzen Abriss ihrer Organisation und einen solchen der Entwicklung vermitteln sollte. Es ist dies um so leichter tunlich, als in dem vorhergehenden biologischen Unterricht die Generation von Pflanze und Tier gar nicht umgangen werden kann. Ich sollte meinen, dass junge Leute in den letzten Monaten ihrer Schulzeit reif genug sein müssten, um ernst und taktvoll vorgetragene Dinge auch mit dem nötigen Ernst entgegenzunehmen. Ich stimme Chuns Hamburger Ausführungen ganz zu, wenn er sagt, dass nur die krasse Unwissenheit, welche gerade auf diesen Gebieten bei den Gebildeten sich kundgiebt, es zuwege bringt, dass man verschämt oder gar entrüstet erklärt, es handle sich um Dinge, die nicht in die Schule — auch in Prima nicht — gehören.

Es entsteht zum Schluss noch die Frage, wem man den Unterricht in der Lehre vom Menschen in die Hand geben soll. Dies muss unter allen Umständen ein Mann sein, der sich wirklich mit menschlicher Anatomie und Physiologie beschäftigt hat, ein reiner Zoologe oder Botaniker wird dazu nicht imstande sein. Werden erst Lehrer angestellt, deren Aufgabe ausschliesslich oder doch vorwiegend der Unterricht in der Biologie ist, dann wird es nicht schwer sein, sie bei ihrem Universitätsstudium auch mit der Lehre vom Menschen gründlich bekannt zu machen. So lange dies aber nicht der Fall ist, kann nur ein Arzt den Unterricht übernehmen. Die Einrichtung der Schulärzte scheint sich ja zum Glück auszubreiten, und diese wären dazu die richtigen Männer. Sie verfügen über das nötige physiologische Wissen und können auch, wo es geboten erscheint, Beispiele aus der Praxis herbeiziehen; sie sind auch den Schülern als die medizinischen Berater der Anstalt bekannt und besitzen dadurch von vorn herein die Autorität, welche nötig ist, um das, was sie vortragen, den Schülern so wichtig erscheinen zu lassen, wie es in Wirklichkeit ist.

4.

Schulhygienische Erwägungen.

Von

G. Leubuscher.

Hochansehnliche Versammlung! Indem ich der Besprechung des vorliegenden Themas einige Ausführungen vom Standpunkte des Schulhygienikers anfüge, möchte ich betonen, dass ein direkter Zusammenhang zwischen der Reform des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts und der Schulgesundheitspflege kaum besteht. Ich bitte, meine Darlegungen von diesem Gesichtspunkte aus betrachten zu wollen.

Die gesundheitlichen Zustände in den Schulen sind im Laufe der letzten Jahrzehnte und insbesondere der letzten Jahre sehr oft Gegenstand eingehender Erörterungen gewesen. Man schenkt heute der Schulgesundheitspflege eine viel grössere Beachtung als früher; ein Beweis der erhöhten Wertschätzung ist die Anstellung zahlreicher Schulärzte, die Gründung des allgemeinen deutschen Vereins für Schulgesundheitspflege, die Abhaltung zahlreicher Kongresse und Versammlungen, die sich mit den einschlägigen Fragen beschäftigen. Man kann aber mit Recht die Behauptung aufstellen, dass der Nutzen aus diesem Aufschwunge in erster Linie den Volks-, Mittel- und Bürgerschulen zugute gekommen ist, während die höheren Schulen, die Gymnasien, Realgymnasien, Oberrealschulen und Realschulen, verhältnismässig weniger daran partizipiert haben. Entsprechend den Fortschritten der Hygiene auf allen Gebieten sind zwar auch hier die äusseren Verhältnisse des Schullebens entschieden bessere geworden; man baut schönere und zweckentsprechendere Schulgebäude, man sorgt für eine bessere, mehr gesundheitsgemässe innere Einrichtung, man sieht auf grössere Reinlichkeit, Beleuchtung, Ventilation und dergleichen mehr. Die eigentliche Schülerhygiene und speziell die Hygiene des Unterrichts sind aber von diesen Fortschritten der Schulgesundheitspflege bislang nur wenig berührt worden.

Die Klagen über gesundheitliche Schäden, welche den Schülern der höheren Lehranstalten aus dem Schulbesuche erwachsen, sind schon sehr alt. Das Wort vom stupor scholasticus ist schon vor mehr als 150 Jahren gefallen. Ich will eine historische Entwicklung dieser Frage hier nicht geben; ich will aber darauf hinweisen, dass schon vor 38 Jahren der Breslauer Augenarzt und Schulhygieniker Professor

Hermann Cohn seine epochemachenden Untersuchungen über die Schädigungen des Sehorgans infolge des Schulbesuches angestellt hat. Cohn, der die Augen von mehr als 10000 Schulkindern untersuchte, kam, um es kurz zu sagen, zu dem Schlusse, dass die Zahl der Kurzsichtigen mit den Anforderungen der Schule an das Auge, von der niedrigsten Dorfschule an bis zu den Gymnasien herauf, stetig steigt, und dass die Zahl der Kurzsichtigen ebenso wie der Grad der Kurzsichtigkeit in den höheren Schulen von Klasse zu Klasse wächst. Die Gesamtzahl der Kurzsichtigen auf den höheren Schulen war eine ausserordentlich grosse, sie betrug nach Cohn im Durchschnitt 40 Proz. Die Untersuchungen Cohns wurden vielfach nachgeprüft und durchaus bestätigt gefunden.

Auch sonst sind im Laufe der letzten Jahrzehnte vielfach Untersuchungen über Schädigungen einzelner Organe durch den Schulbesuch bei den Schülern höherer Lehranstalten festgestellt worden. Im Anschluss an diese Untersuchungen hat man auf verschiedenen grossen wissenschaftlichen Versammlungen Resolutionen gefasst, um die gesundheitlichen Zustände in diesen Schulen zu bessern; so auch auf der Naturforscherversammlung in Danzig im Jahre 1880. Bemerkenswert ist, dass von all diesen schönen Beschlüssen bis zum heutigen Tage so gut wie nichts zur praktischen Durchführung gelangt ist.

Es fehlt uns zur Zeit noch an genügenden Untersuchungen über den Gesamt-Gesundheitszustand dieser Schüler, weil eine gesundheitliche Überwachung derselben bisher nicht in grösserem Umfange stattgefunden hat. Während in der Gegenwart in mehr als 250 deutschen Gemeinden Schulärzte für die Volks- und Bürgerschulen angestellt sind, welche nicht nur die Baulichkeit und die inneren Einrichtungen der Schule zu kontrollieren, sondern auch den Gesundheitszustand der Schüler zu überwachen haben, fehlt es an einer derartigen Einrichtung, in Deutschland wenigstens, betreffs der höheren Schulen fast gänzlich. Nur das Herzogtum Sachsen-Meiningen macht nach dieser Richtung hin eine Ausnahme, da hier seit dem Jahre 1901 sämtliche Schulen, höhere, Volks- und Privatschulen, eine schulärztliche Beratung geniessen.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle kurz auf die Erfahrungen einzugehen, die wir in Sachsen-Meiningen bei der Feststellung des Gesundheitszustandes der Schüler der höheren Lehranstalten gewonnen haben. Ich bemerke, dass ich selbst als Schularzt für das Gymnasium und das Realgymnasium in Meiningen tätig bin.

Die Untersuchungen beziehen sich auf das Jahr 1901, in welchem sämtliche Schüler ohne Ausnahme untersucht worden sind.

Die hauptsächlichste Erkrankung, die sich fand, war, wie voraus zu sehen, die Kurzsichtigkeit. Wenn ich vier Schulen, Gymnasium und Realgymnasium in Meiningen, Gymnasium in Hildburghausen,

Realschule in Sonneberg, herausgreife, so betrug die Kurzsichtigkeit, auf die Gesamtschülerzahl an diesen Anstalten berechnet, zwischen 28 und 40 Proz. Bringt man die einzelnen Klassen hinsichtlich dieses Leidens in Vergleich, so findet sich auch hier die vorerwähnte Beobachtung Cohns bestätigt, dass die Myopie von den unteren Klassen nach den oberen hin rapide zunimmt. Während sie in der Sexta 10—30 Proz. betrug, war die Zahl der Kurzsichtigen in Prima auf 52—83 Proz. angewachsen. Also besser sind die Zustände im Laufe der letzten 40 Jahre nicht geworden.

Eine zweite Gruppe von Schädigungen, die sich recht häufig konstatieren liess, bestand in Veränderungen im Gebiete des Zirkulationsapparats, die nur zum geringsten Teil organischer Natur waren; es fanden sich namentlich bei Schülern im Alter von 14—19 Jahren oft abnorme Beschleunigungen der Herztätigkeit, Unregelmässigkeiten der Schlagfolge, verbunden zuweilen mit leichten Erweiterungen des einen oder des anderen Herzabschnittes. Diese letzterwähnten Störungen waren oft genug auf dem Boden einer allgemeinen Nervosität erwachsen.

Die dritte Hauptgruppe von Störungen bestand in nervösen Symptomen der verschiedensten Art. Kopfschmerz, Schlaflosigkeit, Abspannung, Unfähigkeit zu intensiverer geistiger Arbeit fanden sich recht häufig, namentlich bei den Schülern der oberen Klassen, vor. Es besteht hier eine ähnliche Erscheinung wie bei der Kurzsichtigkeit; die Häufigkeit und der Grad der nervösen Störungen wachsen progessiv von den unteren nach den oberen Klassen zu.

Wenn diese letzterwähnten nervösen Störungen bei uns in Sachsen-Meiningen nicht gar so häufig sind, so liegt der Grund dafür wohl eines Teils darin, dass man bei uns schon seit langem der Schulgesundheitspflege eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, und andererseits in den guten klimatischen Verhältnissen unseres Landes, die der Entwicklung nervöser Störungen an sich nicht günstig sind. Die Berichte aus grossen Städten, aus grossen Verkehrszentren, die sich vielfach in der Literatur finden, lauten aber gerade hinsichtlich der Häufigkeit der nervösen Störungen bei Schülern ganz erschreckend.

So berichtet der leider so früh verstorbene Schulhygieniker Schmid-Monnard von den höheren Schulen in Halle, dass sich dort im 7. bis 11. Lebensjahr 10 Proz., im 15.—17. Jahre aber 25 Proz. Nervöse fanden. In einer anderen höheren Schule dort wurden nicht weniger als 60 Proz. Nervöse festgestellt. Aus einer älteren Statistik entnehme ich, dass in der Prima des Gymnasiums in Darmstadt 80 Proz. der Schüler mit Kopfschmerzen behaftet waren. Ähnliche Ergebnisse könnte ich noch zahlreiche anführen.

Das sind die Hauptgruppen der krankhaften Störungen, die sich bei den Schülern der höheren Lehranstalten finden; ihnen gegenüber

treten anderweitige abnorme Erscheinungen mehr oder weniger in den Hintergrund. Erwähnen will ich noch, dass die Zahl der tuberkulösen Schüler auf den höheren Lehranstalten eine ganz geringe ist. Bei der letzten Untersuchung wurde in sämtlichen höheren Schulen unseres Landes nur ein Schüler, ein Sextaner, mit beginnender Tuberkulose gefunden.

Die weiter aufzuwerfende und zu beantwortende Frage wäre nun vor allem, welchen Einfluss auf die Entwicklung dieser krankhaften Störungen die Schule besitzt. Ich teile durchaus nicht den Standpunkt mancher übereifriger Schulhygieniker, die bei Schülern sich findenden Krankheitserscheinungen ohne weiteres der Schule aufs Konto zu schreiben.

Die Lebensweise und die häuslichen Verhältnisse der sogenannten gebildeten Klassen, aus denen zum weitaus grössten Teil die Besucher der höheren Lehranstalten stammen, sind keineswegs derartige, dass sie als hygienisch einwandfreie und der Gesundheit stets förderliche erscheinen sollten. Häufig ist gerade das Gegenteil der Fall. Wenn man die Krankheiten der Volksschüler oft mit schlechten Wohnungsverhältnissen, mangelhafter Ernährung, übermässiger Anstrengung in der Landwirtschaft oder mit ungesunder Beschäftigung in der Hausindustrie in Verbindung bringen kann, so findet man als schädliche, ausserhalb der Schule liegende Momente bei den Schülern der höheren Lehranstalten übermässigen frühzeitigen Alkoholgenuss, bis in die Nacht sich erstreckende Kneipereien, Lesen von unzweckmässiger und moralisch verderblicher Lektüre, übertriebene sportliche Übungen und dergleichen mehr.

So will ich zum Beispiel sogleich hier anführen, dass die von mir erwähnten, zahlreich sich findenden Störungen im Bereiche des Zirkulationsapparates nur zum kleinsten Teile den Anstrengungen des Schulbesuches zuzuschreiben sind, sondern dass diese in anderen Verhältnissen ihre Ursache finden, im schnellen Wachstum, in sexuellen Erregungen, namentlich aber in übertriebenen Anstrengungen beim Radfahren.

Selbst bei Anrechnung aller möglicher, ausserhalb der Schule liegender, ungünstiger Einflüsse kann man aber nicht umhin, eine Reihe krankhafter Störungen als wesentlich durch die Anstrengungen des Schulbesuches veranlasst anzusehen. Das sind namentlich, wie vorerwähnt, die Myopie und die nervösen Störungen. Die Kurzsichtigkeit ist ein erbliches Leiden in so fern sicherlich, als die Disposition zur Entwicklung mit in die Schule gebracht wird. Hier entsteht unter der von Klasse zu Klasse an Ausdehnung wachsenden Naharbeit allmählich jene Veränderung des Augapfels, die die Myopie zur Folge hat. Die Schädlichkeit der Naharbeit wird gesteigert, wenn die Schüler in schlecht belichteten Klassen sitzen und schlecht gedruckte Bücher

benutzen müssen. Eine wie grosse Bedeutung die Myopie für das spätere Leben besitzt, will ich hier nicht erst ausführen. Sie ist dem aus der Schule tretenden jungen Mann bei der Auswahl des Berufes hinderlich, sie bietet in ihrer weiteren Entwicklung Gelegenheit zur Entstehung schwerer Augenerkrankungen bis zur völligen Erblindung.

Die gleichen Erwägungen gelten für die häufig beobachteten nervösen Erkrankungen. Auch sie sind vielfach eine Folge der mit dem Schulbesuch verbundenen anhaltenden und oft übermässigen geistigen Anspannung. Wenn man heute über die Zunahme der nervösen Erkrankungen unter den Vertretern der gebildeten Klassen klagt, so sollte man daran denken, dass der Grund für diese nervösen Beschwerden oft genug schon in der Schule gelegt ist.

Man hat den höheren Schulen schon seit langem den Vorwurf gemacht, dass ihr Lehrplan zu einer Überbürdung der Schüler führe, und dieser Vorwurf ist, wie die Zahl der krank oder abnorm befundenen Schüler beweist, nicht unberechtigt. Es geht nicht an und zeugt, milde gesagt, von einer gewissen Voreingenommenheit, dass man, wie das auch heute noch von manchen Pädagogen geschieht, einfach diese Frage der Überbürdung als eine gewissermassen künstliche Mache seitens der Ärzte hinstellt, dass man von einem Überbürdungsgepolter spricht, wie ich das in einem kürzlich veröffentlichten Aufsatz eines badischen Gymnasialprofessors gelesen habe; die gesundheitlichen Zustände auf unseren höheren Schulen haben sich gegen früher nicht gebessert, eher verschlechtert, sie erheischen dringend eine Abhilfe.

Es ist nicht meine Aufgabe, an dieser Stelle die Frage zu erörtern, ob diese Überbürdung die Folge des überreichen Lehrstoffes an sich ist oder etwa der übergrossen Ausdehnung gewisser Fächer ihre Entstehung verdankt. Ich will hier zunächst mit der gegebenen Tatsache rechnen, dass die von den Pädagogen als erforderlich erachtete geistige Anstrengung, wie sie dem heutigen Lehrplan entspricht, zur Erreichung des Lehrzieles unbedingt notwendig ist. Aber was man vom Standpunkt der Schulgesundheitspflege unbedingt verlangen muss, das ist, dass die Anschauungen und Erfahrungen, welche uns dieser Zweig der Hygiene kennen gelehrt hat, wenigstens bei dem Schulunterricht auf den höheren Schulen die gebührende Beachtung und Anwendung finden. So viel lässt sich jedenfalls mit Sicherheit sagen, dass auch bei Innehaltung des gegenwärtigen Lehrplanes, aber bei Änderung des gegenwärtigen Lehrmodus, die Schäden, die der Schulunterricht mit sich bringt, wesentlich herabgemindert werden könnten, wenn man eben den Lehren der Schulhygiene die gebührende Beachtung zuteil werden liesse. Das geschieht nicht in genügendem Masse.

Ich will, da mir die Zeit hierzu fehlt, nur kurz andeuten, in welchem Sinne und nach welcher Richtung hin hier etwas gebessert werden könnte. In erster Linie wäre der Stundenplan ins Auge zu

fassen. Die in den letzten Jahren vielfach vorgenommenen Messungen und Untersuchungen der geistigen Leistungsfähigkeit der Schüler zu verschiedenen Stunden der Schulzeit, wie sie in den Arbeiten von Kraepelin, Griesbach, Kemsies, Burgerstein etc. vorliegen, haben, mag man auch den Wert dieser Ermüdungsmessungen nicht allzu hoch einschätzen, immerhin genügende Fingerzeige für eine gesundheitsgemässe Gestaltung des Stundenplanes gegeben. Mit einer zweckmässigen Folge der Unterrichtsfächer dürfte eine Verkürzung der Unterrichtsstunden und eine Verlängerung der Pausen zu erzielen sein. Weiter ist die viel verlangte Abschaffung des Nachmittagsunterrichtes, wenigstens für die wissenschaftlichen Fächer, durchaus zu fordern, um den Schülern am Nachmittage einmal Zeit für die Anfertigung der möglichst sparsam zu bemessenden Hausaufgaben, andererseits Zeit zur körperlichen Erholung geben zu können. Jedenfalls ist eine grössere Berücksichtigung der körperlichen Entwicklung der Schüler als dringend notwendig zu bezeichnen.

Diese letzterwähnten Forderungen wurden auch auf dem diesjährigen internationalen Kongress für Schulgesundheitspflege, und zwar von pädagogischer Seite aus, erhoben. Dass nach diesen Richtungen hin auf unseren höheren Schulen häufig genug arg gefehlt wird, kann man durch genügende Beispiele erweisen. Mir ist der Lehrplan eines mitteldeutschen Gymnasiums zugesendet worden, nach welchem 13jährige Jungen an zwei Tagen der Woche 8 Schulstunden, an zwei anderen Tagen dagegen nur 3 Schulstunden zu absolvieren hatten. Wer sich für dieses Kapitel interessiert, wird genügend Belege für die aufgestellte Behauptung in der reichhaltigen Literatur finden.

Die Forderung erscheint daher berechtigt, dass für die Aufstellung des Stundenplanes und für ähnliche Fragen die höheren Schulen sich der gutachtlichen Mitwirkung der Ärzte bedienen. Das kann geschehen, indem für jede höhere Schule ein Schularzt angestellt wird, der einmal die gesundheitliche Überwachung der Schüler und der Einrichtungen der Schule zu übernehmen hat, auf der anderen Seite dafür zu sorgen hat, dass die Lehren der Schulhygiene Anwendung auf den Unterrichtsplan finden. Das kann ohne Störung des Schulunterrichtes und unter völliger Berücksichtigung und Aufrechterhaltung des Zieles der Schule geschehen.

Dass derartige Forderungen praktisch durchführbar sind, habe ich aus einem Vortrage des bulgarischen Unterrichtsministers Dr. Schischmanov auf dem Kongresse für Schulhygiene entnommen, nach welchem das hier geforderte Verhältnis des Schularztes zur Schule in Bulgarien bereits seit einiger Zeit zur Durchführung gekommen ist.

Wenn ich nun speziell zu der Frage der Reform des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtes übergehe, so möchte ich vom Standpunkt der Gesundheitspflege folgenden Satz obenan stellen: Eine

Reform und eine Erweiterung dieses Unterrichts, so wünschenswert sie auch erscheint, darf nun und nimmermehr mit einer Vermehrung der Stundenzahl oder einer Vermehrung des Gesamtlehrstoffes, also mit einer Erhöhung der Belastung für die Schüler verknüpft sein. An sich wird man eine Erweiterung des naturwissenschaftlichen Unterrichts, der mathematische kommt nach dieser Richtung hin nicht in Frage, nur als wünschens- und erstrebenswert, auch von hygienischer Seite aus, bezeichnen müssen.

Es erscheint aber kaum denkbar, dass diese Erweiterung, wie sie von meinen Herren Vorrednern gefordert wird, im Rahmen des bestehenden Lehrplanes möglich ist; die erforderliche Zeit wird durch Beschränkung der dem Sprachunterricht gewidmeten Zeit gewonnen werden müssen.

Der Nutzen, den die Erweiterung der naturwissenschaftlichen Disziplinen für die gesundheitlichen Zustände auf den höheren Schulen bringen würde, ist nach mancherlei Richtung hin zu erblicken. Die Kenntnis der Biologie, die ja in erster Linie gefördert werden soll, verlangt es, dass nicht im rein theoretischen Unterricht, sondern vor allen Dingen durch die lebendige Anschauung den Schülern die wichtigsten Erscheinungen vor Augen geführt werden. Dazu ist der Unterricht in der Klasse weniger geeignet als vielmehr die Beobachtung in Gottes freier Natur, und dadurch werden Spaziergänge und Ausflüge, die unter Leitung des Lehrers die Jugend ins Freie führen, zu einer häufigeren Institution.

Ferner lässt sich die Erweiterung der Naturwissenschaften auch besonders dahin auffassen, dass die Gesundheitspflege an den höheren Schulen direkt im Anschluss an den naturwissenschaftlichen Unterricht gelehrt wird. Ein gesundheitsgemässes Leben der Bevölkerung, ein Verständnis für die Wichtigkeit gesundheitlicher Anlagen auf allen Gebieten des öffentlichen Lebens kann nur erreicht werden, wenn die Hygiene Gemeingut des Volkes, vor allen Dingen der gebildeten Klassen wird. Das Unverständnis für hygienische Fragen ist heute wie früher auch unter den gebildeten Klassen ein recht grosses. Alle widersinnigen und auf defekten oder perversen hygienischen Anschauungen beruhenden Heilmethoden, die in der Gegenwart blühen, finden ihre Anhänger zum guten Teil in diesen Kreisen. Nur dann ist eine wirksame Bekämpfung dieses Aberglaubens in der Medizin möglich, wenn der Jugend schon das richtige Verständnis für hygienische Fragen eingeprägt wird.

Es ist durchaus nicht notwendig, dass ein eigenes Unterrichtsfach der Gesundheitslehre an den höheren Schulen geschaffen wird; ich halte es für sehr wohl denkbar, dass im Anschlusse an die bereits gelehrten naturwissenschaftlichen Fächer, im Anschlusse an die Biologie, an die Physik und an die Chemie die erforderlichen Grundlehren der Gesund-

heitslehre vorgetragen werden. In ähnlicher Weise hat schon FINKLER auf der vorjährigen Versammlung des Deutschen Vereins für Schulgesundheitspflege diese Forderung vertreten. Im Anschluss an die Biologie wäre zum Beispiel die Kenntnis des Baues und der Lebensvorgänge des menschlichen Körpers, die Frage der gesundheitsgemässen Ernährung, des Wertes sportlicher Übungen, schliesslich auch die Frage der Übertragung ansteckender Krankheiten zu erörtern; im Anschluss an den chemischen und physikalischen Unterricht wäre die gesundheitliche Bedeutung des Wassers, der Luft, der Temperatur etc. zu besprechen.

Auf diese Weise könnten die wichtigsten Kapitel der Gesundheitslehre zur Besprechung kommen, ohne dass die Einrichtung eines besonderen Lehrfaches erforderlich wird. Dieser Unterricht hätte demgemäss durch die Lehrer der Naturwissenschaften zu erfolgen, und als weitere Konsequenz würde die Forderung zu erheben sein, dass diese Lehrer eine genügende Ausbildung in der Gesundheitspflege sich anzueignen hätten. Ich glaube aber, man dürfte diese Frage nach einer Vorbildung der akademisch gebildeten Lehrer in der Gesundheitspflege noch erweitern. Wenn heute in den Volksschulseminaren verschiedener Staaten bereits eine Ausbildung der künftigen Volksschullehrer in der Gesundheitspflege für notwendig gehalten wird, indem man von der richtigen Voraussetzung ausgeht, dass eine sachgemässe Anwendung der Lehren der Hygiene in der Schule nur dann stattfinden kann, wenn der Lehrer das richtige Verständnis für diese Dinge besitzt, so, meine ich, gelten dieselben Voraussetzungen unbedingt auch für die späteren Gymnasial- und Realschullehrer. Es ist mindestens ebenso notwendig, dass auch die akademisch gebildeten Lehrer die wichtigsten Kenntnisse der Gesundheitspflege in ihren Beruf mit hinein bringen.

Die Erfahrungen, die von mir und auch von anderen Seiten gemacht worden sind, lassen erkennen, dass man gerade seitens der akademisch gebildeten Lehrer nicht überall das notwendige Verständnis für die Wichtigkeit der Lehren der Hygiene besitzt. So führe ich an, dass auf einzelnen deutschen Universitäten zwar Vorlesungen über Schulhygiene zeitweise gehalten worden sind, dass dieselben aber von den jungen Philologen, den künftigen Gymnasial- und Realschullehrern, kaum besucht wurden. So hat zum Beispiel der Professor der Hygiene in Jena, Herr Geheimer Hofrat GÄRTNER, annähernd zehn Jahre hindurch Schulhygiene gelesen, um den angehenden Lehrern die Gelegenheit zu bieten, sich über die so wichtigen Fragen zu informieren. Der Besuch war stets mässig, selbst dann, als in den ersten Jahren der Vorstand des pädagogischen Seminars auf die Schulhygiene speziell aufmerksam machte. Die Mehrzahl der Hörer bestand aus Ausländern; von den Studierenden der philosophischen Fakultät, die nicht dem Seminar angehörten, kam fast niemand. In der letzten Zeit ist der Besuch so

gering geworden, das Professor Gärtner das Kolleg aufgab. Hinzufügen will ich noch, dass die Elementarlehrer ein weit regeres Interesse zeigten, da von den zu den Fortbildungskursen nach Jena gekommenen Elementarlehrern über 30 Proz. Schulhygiene hörten.

Ein Interesse für gesundheitliche Fragen dürfte bei den akademisch gebildeten Lehrern erst dann allgemeiner werden, wenn die Gesundheitspflege, insbesondere die Schulgesundheitspflege als Prüfungsfach aufgenommen oder doch das Hören einer schulhygienischen Vorlesung auf der Universität als Bedingung der Ablegung des Examens gefordert wird.

Schliesslich möchte ich noch eine Frage berühren, die eine ganz spezielle Seite des hygienischen Unterrichts betrifft. Es ist neuerdings wiederholt in Anregung gebracht worden, man möchte den aus der Schule tretenden jungen Leuten eine Aufklärung über die Tätigkeit des Sexualapparates und insbesondere über die Gefahren des sexuellen Verkehrs geben. Es wird darauf hingewiesen, ein wie grosser Teil gerade der jungen Leute, die die höheren Schulen besucht haben, und die sich nun dem Universitätsstudium, dem Offizierstande und ähnlichen Berufszweigen gewidmet haben, an sexuellen Leiden erkrankt, die vielfach für das ganze spätere Leben von weittragender Bedeutung sind.

Dass hier durch eine verständige Aufklärung viel genützt werden kann, dürfte nicht zu bezweifeln sein.

Wenn die Frage der Fortpflanzung und Entwicklung auch von seiten der Biologie erörtert werden dürfte, so wird diese geforderte Belehrung in sexuellen Dingen doch als etwas ausserhalb des Rahmens dieses Unterrichts Liegendes aufzufassen sein. Es handelt sich hier keineswegs um ein Thema, das dem Unterricht angehört, sondern um eine Aufklärung, wie sie durch einige oder wenige Vorträge gegeben wird. Als Vortragender würde zweckmässig nicht ein Lehrer, sondern ein Arzt und zwar der Schularzt zu wählen sein. Ich verkenne nicht, eine wie schwierige Aufgabe das Halten derartiger Vorträge ist, wieviel Ernst und Takt seitens des Vortragenden erforderlich ist. Immerhin zweifle ich nicht daran, dass geeignete Persönlichkeiten sich unschwer für derartige Vorträge finden werden.

Ich möchte am Ende meines Vortrages darauf hinweisen, dass die von mir erwähnten Forderungen, soviel sie sich auf die Erteilung hygienischen Unterrichts an höheren Lehranstalten erstrecken, bereits praktisch zur Durchführung gelangt sind. Das ist in dem, den Charakter einer Oberrealschule tragenden Landerziehungsheim Haubinda, S. Meiningen, gegründet von Dr. Lietz, geschehen. — Der jüngste Lehrplan des Landerziehungsheims führt unter dem Kapitel Gesundheitslehre folgende Unterrichtsgegenstände an:

IIb. Propädeutischer Kursus.

II a. a) Anatomie und Physiologie des Menschen in ihren Grundzügen.

b) Allgemeine Hygiene.

c) Erste Hilfe bei Unglücksfällen und plötzlichen Erkrankungen.

I b u. a. a) Erweiterung und Vertiefung der Anatomie und Physiologie des Menschen; Vergleiche mit dem tierischen Organismus.

b) Ausgewählte Kapitel aus der speziellen Hygiene; Sport; Tropenhygiene; Schulhygiene; Tuberkulose; Alkoholismus; Infektionskrankheiten; Nervenkrankheiten; Seuchen und ihre Verhütung (mit geschichtl. Betrachtungen); die sexuelle Frage vom hygienischen und moralischen Standpunkt; Geschichte der Medizin.

Dieser Unterricht wird von einem Arzt erteilt.

Und nun zum Schlusse noch eins. Wenn heute die Lehrer der höheren Lehranstalten zum Teil sich allen diesen Forderungen auf dem Gebiete der Schulhygiene gegenüber indifferent oder ablehnend verhalten, so sollten sie daran denken, dass alles, was hier erstrebt wird, nicht nur zum besten der Schüler, sondern auch zum besten der Lehrerschaft dienen wird.

Immer wieder sollte man den Lehrern das schon vor Jahren bei ähnlicher Gelegenheit gefallene Wort zurufen: Et tua res agitur!

Diskussion.

Professor Pietzker-Nordhausen, Vorsitzender des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften:

Hochgeehrte Damen und Herren! Der Verein, den ich zu vertreten die Ehre habe, hat sich mit der Frage der Behandlung des exaktwissenschaftlichen Unterrichts auf dieser Versammlung seinerseits zu Pfingsten dieses Jahres beschäftigt, als er seine eigene 13. Hauptversammlung zu Halle a. S. abhielt.[1]) Es wurde damals die Befürchtung geäussert, dass bei der in Aussicht genommenen Beratung die Lehrerschaft an den höheren Schulen, die an der ganzen Frage doch besonders interessiert sei, nicht genügend zum Worte kommen werde, und der Vereinsvorstand erhielt den Auftrag, wenn irgend möglich, der

---

1) Über den Verlauf dieser Verhandlungen und den Wortlaut der damals gefassten Beschlüsse findet sich ein Bericht im Vereinsorgan „Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften", Jahrg. X, 1904, S. 66 u. 67.

Lehrerschaft noch nachträglich einen Anteil an den zu erstattenden Referaten zu erwirken. Das war ja nun, wie wir erfuhren, nicht mehr möglich, übrigens war es dem Vereinsvorstand damals nicht bekannt gewesen, dass unter den in Aussicht genommenen vier Berichterstattern einer dem Lehrerstande angehörte, Herr Professor FRICKE, dessen lichtvolle Ausführungen wir vorher gehört haben.

Die blosse Teilnahme an der Debatte erschien uns für die Geltendmachung der Anschauungen, die in den Lehrerkreisen selbst herrschen, nicht ausreichend, und auch jetzt muss ich sagen, dass der für die Diskussion zur Verfügung stehende Zeitraum von einer Stunde an sich hierfür bei weitem nicht genügen würde. Trotzdem freue ich mich, aussprechen zu können, dass durch die Entwicklung, die die ganze Sache genommen hat, die von uns gehegten Besorgnisse zerstreut worden sind. Alle Meinungsverschiedenheiten, die hierbei auftreten, würden auch bei einer wesentlich längeren Dauer der Diskussion nicht zum Austrag gebracht werden können, die Klärung der Ansichten wird nur durch einen Meinungsaustausch im engeren Kreise möglich sein; ich begrüsse mit Freuden den Gedanken der Niedersetzung einer Kommission, in der die verschiedenen Interessentengruppen vertreten sein werden, und hege die Hoffnung, dass die Arbeiten dieser Kommission zu einem erspriesslichen Ergebnis führen werden. Die Referate, die hier erstattet wurden, werden für die Beratungen der Kommission ein sehr wertvolles Material liefern, insbesondere möchte ich aussprechen, dass in dem von Herrn Geheimrat KLEIN erstatteten Referat ein weitgehendes, freudigst zu begrüssendes Verständnis für die eigenartigen Bedingungen und Verhältnisse des praktischen Schulbetriebes hervorgetreten ist, während in den beiden letzten Referaten, die wir soeben gehört haben, neben verschiedenen sehr dankenswerten Anregungen und Vorschlägen doch auch einige Forderungen aufgestellt worden sind, deren Ausführbarkeit vom schultechnischen Standpunkte aus nicht zweifelfrei erscheint.

Über alle diese Dinge wird ja die Kommission zu beraten und zu beschliessen haben, ich möchte diesen Beratungen nicht vorgreifen und mich darum der eigenen Meinungsäusserung im einzelnen an dieser Stelle völlig enthalten. Wohl aber glaube ich über die Stellungnahme unseres Vereines zu den einzelnen hier aufgeworfenen Fragen einen tatsächlichen Bericht erstatten zu sollen.

Was zuerst die Stellung der biologischen Unterrichtsfächer anlangt, so haben wir auf unserer 11., vor $2^1/_2$ Jahren in Düsseldorf abgehaltenen Hauptversammlung nach sehr eingehender, an einen Vortrag von THOMAE-Elberfeld[1]) und ein Referat von BASTIAN SCHMID-Zwickau

1) S. Unt.-Bl. f. Math. u. Naturw. Jahrg. VIII, 1902, S. 73—82.

anschliessender Debatte [1]) uns den sogenannten Hamburger Thesen im wesentlichen angeschlossen und die Durchführung des biologischen Unterrichts durch alle Klassen, wenigstens der Realanstalten, für höchst wünschenswert erklärt, auch der Meinung Ausdruck gegeben, dass dies ohne Schädigung anderer Seiten des exaktwissenschaftlichen Unterrichts möglich sein werde. Die Einzelheiten der Durchführung sind nicht zum Gegenstande eines Beschlusses gemacht worden, obwohl wir auch darüber, wie sich der Unterricht an den einzelnen Anstaltsarten am zweckmässigsten gestalten liesse, vor $1^1/_2$ Jahren auf unserer 12., hier in Breslau abgehaltenen Hauptversammlung nach Anhörung dreier von den Herren Landsberg-Allenstein, Fricke-Bremen und Bastian Schmid-Zwickau erstatteter Berichte eingehend debattiert [2]) haben.

Der Betrieb des physikalischen Unterrichts war Gegenstand einer längeren Beratung auf unserer diesjährigen Hauptversammlung in Halle, wo wir im Anschluss an ein Referat des Herrn Grimsehl-Hamburg [3]) eine Reihe von Thesen fast einstimmig annahmen, deren genauen Wortlaut unser Vereinsorgan [4]) enthält. Sie besagten in der Hauptsache folgendes: Die Physik sei so zu betreiben, dass der Schüler ein Verständnis für das Walten der Naturgesetze in der ganzen uns umgebenden Natur gewinne, demgemäss sei schon in dem naturwissenschaftlichen Unterricht der unteren und mittleren Klassen bei jedem passenden Anlass auf die physikalischen Seiten der zur Besprechung kommenden Vorgänge aufmerksam zu machen, aber ohne durch diese propädeutische Behandlung dem zusammenhängenden Unterricht in der Physik vorzugreifen. Bei dem Experiment solle stets der Apparat gegen die an ihm zu demonstrierende Erscheinung zurücktreten, die Mathematik sei als ein sehr bedeutsames, ganz unentbehrliches Hilfsmittel, aber doch eben nur als ein Hilfsmittel der physikalischen Forschung und des physikalischen Unterrichts zu betrachten, der nicht so betrieben werden dürfe, dass die Physik umgekehrt bloss als eine Anwendung der Mathematik erscheine.

Auf derselben Versammlung kam auch die Stellung der Mathematik an den höheren Schulen zur Besprechung; im Anschluss an ein Referat des Herrn Nath-Nordhausen [5]) über die Bildungsaufgabe dieses Faches sprachen wir uns im Einklange mit dem Referenten in einer Reihe von Thesen [6]) dahin aus, dass die Mathematik auf den höheren Schulen nur der Allgemeinbildung, aber keiner Art von Fachbildung dienstbar gemacht werden dürfe, dass durch sie die Raumanschauung, das logische

1) Unt.-Bl. VIII, 1902, S. 121—133.
2) Ebenda, Jahrg. IX, 1903, S. 93, 94. 117, 122, 125.
3) Unt.-Bl., Jahrg. X, 1904, S. 49.
4) Ebenda, S. 83.
5) Ebenda, S. 74, 97.
6) Ebenda, S. 128 flgg.

Denken, die Fähigkeit klarer sprachlicher Wiedergabe der als richtig erkannten Gedanken gepflegt, auch ethische und ästhetische Wirkungen erzielt werden sollen, dass sie so betrieben aber ein ganz unentbehrlicher Faktor der Allgemeinbildung sei, insofern diese in dem Verständnis für die Kulturentwicklung und der Fähigkeit zur Teilnahme an der weiteren Kulturarbeit ihre Spuren zeige. Demgemäss sei überall auch die Anwendung der Mathematik auf Probleme aus den Gebieten der Naturwissenschaft, der Geographie, aus den Verhältnissen des menschlichen Gesellschaftslebens zu pflegen, ohne doch damit die selbständige Bedeutung der Mathematik zu gefährden — dieser Teil der Halleschen Beschlüsse stellte sich als eine Deklaration eines vor dreizehn Jahren auf unserer ersten Hauptversammlung in Braunschweig gefassten Beschlusses dar, der — in übrigens missverständlicher Weise — vielfach dahin ausgelegt worden ist, dass wir das Schwergewicht des mathematischen Unterrichts nur auf die Anwendungen legen wollten.

Während über alle diese Punkte Übereinstimmung herrschte, stellte sich in einer Einzelfrage eine Meinungsverschiedenheit heraus, nämlich in der, ob sich nach der erwähnten Zweckbestimmung der Mathematik innerhalb des Unterrichts die Einführung der Elemente der Infinitesimalanalysis in das Pensum der obersten Klassen der Realanstalten empfehle. Diese Frage wurde von der einen Hälfte der Abstimmenden bejaht, von der anderen verneint. Ich selbst, der ich der gegen die Einführung stimmenden Hälfte angehört habe, möchte von einer Darlegung der Gründe, die mich bei meiner Abstimmung leiteten, absehen und nur bemerken, dass beide Teile das Gewicht der von der gegnerischen Seite ins Feld geführten Beweisgründe nicht verkannten, wenngleich natürlich bei der Abwägung des pro und contra die Entscheidung hier so, dort anders ausfiel.

Ich schliesse mit dem wiederholten Ausdruck der Befriedigung über den Verlauf, den die Verhandlungen genommen haben; ich hoffe mit Zuversicht, dass aus den Beratungen der Kommission ein praktisch brauchbares, alle vernünftigen Forderungen befriedigendes Ergebnis herauskommen wird.

Geh. Reg.-Rat Prof. v. Borries-Berlin, Vertreter des Vereins deutscher Ingenieure:

Hochverehrte Damen und Herren! Ich habe die Ehre im Auftrage des Vereins deutscher Ingenieure zu Ihnen zu sprechen, welcher seinen Vereinsdirektor, Herrn Baurat Peters, und mich entsandt hat, um unseren Standpunkt in dieser hochwichtigen Frage in dieser Versammlung zu vertreten. Der Verein hat sich seit langer Zeit mit Unterrichtsfragen beschäftigt, aus dem einfachen Grunde, weil die Unzulänglichkeit des bisherigen Unterrichts an den Mittelschulen gerade bei unseren Mit-

gliedern in erster Linie empfunden wird. Diese Unzulänglichkeit besteht nach unserer Meinung nicht nur für die technischen Berufe, sondern in unserer allgemeinen Bildung überhaupt. Wenn man das Ziel unserer allgemeinen Bildung dahin feststellt, dass es gilt, Leute zu erziehen, welche unser heutiges Leben voll verstehen und im heutigen Leben gedeihlich zu wirken vermögen, so kann es nicht zweifelhaft sein, dass vor allen Dingen die Anschauung, das Verständnis für die Mass-Verhältnisse, für wirkliche Vorgänge, für den Zusammenhang von Ursache und Wirkung weit mehr als bisher entwickelt werden müssen. Dazu ist, wie mehrfach ausgeführt worden ist, die naturwissenschaftlich-mathematische Vorbildung von grösster Bedeutung, und zwar nicht etwa nur für diejenigen, die später einen technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen wollen, — die lernen es später noch, — sondern vor allen Dingen für diejenigen, denen diese allgemeine Bildung nicht mehr zuteil wird, die sich also die notwendigen Kenntnisse schon auf der Mittelschule erwerben müssen.

Wenn wir Ingenieure die Notwendigkeit einer wesentlich mehr auf das Verstehen der Jetztzeit gerichteten allgemeinen Bildung so oft betonen, vielleicht mehr, als es bisher in dieser Versammlung der Fall war, so geschieht das, weil der Mangel an Verstehen der heutigen Lebensverhältnisse, welcher sich namentlich in der Gesetzgebung, Rechtsprechung und Volkswirtschaft geltend macht, gerade in unserem Berufe am fühlbarsten ist. In Übereinstimmung mit diesem Standpunkte möchte ich betonen, dass wir durchaus keine Fachbildung auf der Schule wollen, keine Sonderbildung für einzelne Berufsstände; dass wir vielmehr eine möglichste Einheitlichkeit der allgemeinen Bildung wünschen, weil diese für das Verstehen der einzelnen Berufsarten unter einander von grösster Bedeutung ist.

Die Versammlung, von der Herr Geheimrat Klein sprach, welche unser Verein vor kurzem zusammenberufen hatte, um diese und andere Schul- und Unterrichtsfragen zu beraten, bestand aus 30 Vertretern der technischen Hochschulen, Universitäten, Mittelschulen und der Industrie. Sie hat Beschlüsse gefasst, welche ich mir erlauben werde, Ihnen jetzt wörtlich vorzulesen.

„Der Verein deutscher Ingenieure steht nach wie vor auf dem Standpunkte seines Ausspruches vom Jahre 1886, welcher lautet: Wir erklären, dass die deutschen Ingenieure für ihre allgemeine Bildung dieselben Bedürfnisse haben und derselben Beurteilung unterliegen wollen, wie die Vertreter der übrigen Berufszweige mit höherer wissenschaftlicher Ausbildung. In dieser Auffassung begrüssen wir es mit Freude, wenn sich mehr und mehr die Überzeugung Bahn bricht, dass den mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildungsmitteln eine erheblich grössere Bedeutung beizulegen ist als bisher; werden doch die Kenntnisse auf diesen Gebieten immer mehr zum unentbehrlichen

Bestandteil allgemeiner Bildung. Die vorwiegend sprachliche Ausbildung, die jetzt der Mehrzahl unserer Abiturienten zuteil wird, genügt nicht den Ansprüchen, welche an die leitenden Kreise unseres Volkes gestellt werden müssen, insbesondere im Hinblick auf die steigende Bedeutung der wirtschaftlichen Fragen.“

Wenn ich noch einen Wunsch hinzufügen darf, der in weiten Kreisen unseres Vereins besteht, so wäre es der, dass es gelingen möchte, die Anfänge der Differential- und Integralrechnung an den Mittelschulen wieder einzuführen. Gerade diese Lehre bezieht sich auf Begriffe, welche eine Auffassung von Vorgängen, von Bewegungen und von Entwicklungen bewirken, die auf keine andere Weise erreicht werden kann und für die allgemeine Bildung von grösster Bedeutung ist.

Zum Schluss darf ich mit Freude feststellen, dass der Verein deutscher Ingenieure mit den Zielen, die in dieser Versammlung vorgetragen worden sind, völlig einverstanden ist. Wenn ich die Schrift des Herrn Prof. Verworn lese, so darf ich sagen, dass die Hauptgedanken ebenso gut auf die Arbeit unseres Vereins zurückgeführt werden könnten. Es herrscht vollständige Übereinstimmung, und ich hoffe, dass das heute angebahnte Zusammenwirken auf diesem Gebiete zu einem gedeihlichen Fortarbeiten und guten Ergebnissen führen wird.

Frau Dr. Rabinowitsch-Kempner-Berlin, Vertreterin von Frauenvereinen:

Hochgeehrte Anwesende! Wenn ich mir erlaube, hier heute kurz das Wort zu ergreifen, so geschieht es im Auftrage des „Schlesischen Frauenverbandes“ und im Auftrage des „Verbandes fortschrittlicher Frauen-Vereine“. Bei den ausführlichen und hochinteressanten Vorträgen heute, besonders bei dem Vortrage von Herr Geheimrat Merkel, habe ich es eigentlich sehr schmerzlich empfunden, dass der Herr Redner gar nicht den biologischen Unterricht in den Mädchenschulen erwähnt hat, und infolge dessen möchte ich mir erlauben, eine an die Naturforscherversammlung gerichtete Eingabe des Verbandes fortschrittlicher Frauenvereine kurz vorzutragen.

„Auf der Naturforscherversammlung in Hamburg 1902 wurde eine Anregung gegeben zur Förderung des biologischen Unterrichts in den höheren Schulen, deren Durchführung für die Ziele der Frauenbestrebungen in Erziehungsfragen von weitreichender Bedeutung sein würde.

Für Ausgestaltung der in Hamburg 1902 dargelegten Grundidee ist ein Ausschuss von Botanikern, Zoologen, Geologen, Anatomen und Physiologen eingesetzt worden.

Der Bericht von der Naturforscherversammlung in Cassel 1903 gibt dann ein übersichtliches Bild des ganzen Planes, und die vielfach er-

örterte Frage **einer weit ausgestalteten, nach grossen Gesichtspunkten organisierten naturwissenschaftlichen Unterweisung hat wohl niemals einen so bedeutsamen und überzeugenden Ausdruck gefunden wie in den 9 Leitsätzen, die der Ausschuss der Naturforscherversammlung zur Begründung seines Vorschlages aufgestellt hat.**

Die Richtigkeit der Grundanschauung, die neuen Ausblicke, das Zweckmässige und Zielbewusste des Eintretens geben diesen Vorschlägen eine Bedeutung, die geeignet ist, für diese wichtige Frage die Zustimmung der Regierung zu gewinnen und die Aufnahme des biologischen Unterrichts in den Lehrplan der höheren Schulen zu bewirken.

Zur Erreichung dieses Zieles erlauben wir uns: **an den Ausschuss der Naturforscher eine Zustimmungserklärung in diesem Sinne ergehen zu lassen und insbesondere zu betonen, dass die Einführung des biologischen Unterrichts, in gleicher Weise wie für die höheren Lehranstalten der Knaben, für die Mädchengymnasien und höheren Mädchenschulen, in einfacherer Gestaltung für die Oberklasse der Volksschulen, auf das dringendste zu befürworten wäre.**

Der biologische Unterricht wäre in erster Reihe von grösster Bedeutung für die Unterrichtsfrage an sich, da kein anderes Gebiet so geeignet ist, das Beste, was der Unterricht bietet: die allgemeine geistige Entwicklung, die Erkenntnis, zu fördern. Zugleich aber würde ein tieferes Eindringen in die Kräfte und das Leben in der Natur ein Weg sein für die vorbeugenden Ziele von wichtigen Fragen, welche die Frauenbewegung jetzt beschäftigen. Wenn die Einführung für Mädchen- und Knabenschulen gleichen Gesichtspunkten unterliegt, so tritt für Mädchenschulen insbesondere hinzu die eminent praktische Bedeutsamkeit des biologischen Unterrichts auch für die Pflichten der Hausfrau und Mutter.

Die ausserordentliche Unkenntnis der Frauen und Töchter unserer gebildeten Kreise — wie viel mehr des Volkes — in den Fragen der allgemeinen Gesundheitslehre übt oft in dem geschlossenen, jeder Beobachtung entzogenen engen Kreise des Hauses eine schädigende Einwirkung auf die Gesundheit und Wohlfahrt der eigenen Familienglieder aus.

Während Schäden der öffentlichen Gesundheitspflege zuletzt zur öffentlichen Kenntnis und damit zur Besserung gelangen, bleiben die innerhalb des Hauses — die in ihrer Gesamtzahl grösseren Schaden anrichten — in Verborgenheit, ja, die Frauen, die sie in ihrer Unkenntnis verursachen, haben zumeist selbst kein Bewusstsein davon.

Die Kenntnis der Gesetze der allgemeinen Gesundheitslehre kann sich aber allein aufbauen auf dem Grunde der biologischen Unterweisung.“

Vorsitzender Professor Dr. CHIARI-Prag:

Es wird wohl zweckmässig sein, diese Petition wie etwaige andere Petitionen von sonstigen Vereinigungen der in Aussicht genommenen Kommission zur weiteren Beratung und Bearbeitung zu übergeben.

Professor GRIMSEHL-Hamburg:

Hochverehrte Anwesende! Von Herrn Geheimrat KLEIN ist in seinem Referat auf zwei Sachen Bezug genommen worden, die wir an unseren Hamburger neunstufigen Realanstalten seit deren Bestehen haben, und Sie gestatten wohl, dass ich mit ein paar Worten die Erfolge und die Vorzüge dieser von Herrn Geheimrat KLEIN gewünschten Einrichtungen skizziere. Die Elemente der Differential- und Integralrechnung treiben wir seit dem Bestehen unserer Realanstalten mit grösstem Erfolg. Der Erfolg zeigt sich darin, dass die Schüler durch diesen Unterricht nicht eine Erschwerung, eine Belastung erfahren, sondern eine Erleichterung. Viele lange und weitläufige mathematische Entwicklungen können wesentlich abgekürzt werden. Ausserdem — und ich spreche da in meiner Eigenschaft als Physiker — wird die Formulierung wichtiger physikalischer Gesetze unter Benutzung der Symbole für den Differentialquotienten und für das Integral ausserordentlich erleichtert, so dass der Zeitgewinn, der hierdurch erzielt wird, den zu ihrer Einführung nötigen Zeitaufwand wesentlich ausgleicht. Ich gebe gern zu, dass manche Gebiete aus der Elementarmathematik, die nach dem alten Zopfe auf der Schule existieren, und die wir schon zum Teil abgestossen haben, gern fallen können. Es ist nach meinem Dafürhalten sehr wichtig, dass wir die für die allgemeine Bildung — nicht nur für die Fachbildung — so unbedingt notwendigen Begriffe der Differential- und Integralrechnung unseren Jungen mit auf den Weg geben. Zweitens ist eine andere Frage angeregt worden, die mich besonders bewegt. Der physikalische Unterricht muss sich ausdehnen; zeitlich und räumlich kann er das augenblicklich nicht, das verbieten die augenblicklichen Verhältnisse. Der Wunsch nach Vermehrung der Unterrichtsstunden für Physik wird aber in dem Herzen des Physikers immer bestehen bleiben, und sobald sich Gelegenheit dazu bietet, auch sofort zum Ausdruck kommen; wir müssen uns aber heute zurecht finden mit den Stunden, die wir haben, und wenn ich trotzdem die Forderung nach physikalischen Schülerübungen aufstelle, so werden Sie sagen: Wo sollen wir denn die Zeit dazu hernehmen? Hochverehrte Anwesende! Die physikalischen Schülerübungen haben den Zweck, die Schüler zu eigenen Beobachtungen anzuleiten, sie also auch zu befähigen, in der freien Natur die Naturgesetze wahrzunehmen. Wenn wir unseren Jungen in den physikalischen Schülerübungen diese Anleitung geben, ihnen einfache Erscheinungen vorlegen und sie

anleiten, das Wirken der Kräfte, den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung zu erkennen und vor allen Dingen ihre Beobachtung auszubilden, dann studiert der Junge die Naturgesetze auch in dem grossen Getriebe der Welt, auf den Strassen der Grossstadt, beim Betreten der elektrischen Bahn oder in der schönen Gottesnatur. Der Begriff der „Langeweile" kann für einen Schüler, der in jedem Augenblick aus dem Buche der Natur lernen kann, nicht existieren.

Direktor Dr. H. Schotten-Halle a. S.:

Hochgeehrte Anwesende! Ich würde auf das Wort verzichtet haben, wenn ich nicht einem Misstrauen begegnen wollte, das mir gesprächsweise entgegengetreten ist, dem Misstrauen, dass die Kommission, die zur Erörterung der Frage gewählt werden wird, gewissermassen mit gebundener Marschroute auf ein bestimmtes Ziel losmarschieren werde. Nach aller Kenntnis der Sache kann ich versichern, dass das Misstrauen, das von vielen Seiten der Erledigung dieser Frage entgegengebracht wird, nicht gerechtfertigt ist, und es lag mir am Herzen, das offen auszusprechen.

Professor Classen-Hamburg:

Hochgeehrte Anwesende! Nur ganz wenige Worte möchte ich zu dem vielen Tüchtigen und Gediegenen, was schon vorgebracht worden ist, noch hinzufügen und sie rechtfertigen dadurch, dass ich als Vertreter des naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, also des Kreises, aus dessen Mitte die Anregung für Belebung des biologischen Unterrichts hervorgegangen ist, hier stehe. Ich möchte nur ein augenblicklich bestehendes, gewissermassen gestörtes Gleichgewicht hier nennen, dass wahrscheinlich nach aller Wunsch durch die Diskussion dieser Frage sich in kürzester Zeit wird heben lassen. Sie wissen, der physikalische Unterricht hat in den letzten 20 Jahren ausserordentliche Fortschritte gemacht. Die Mittel, die zur Verfügung stehen, sind sehr viel besser als vor der betreffenden Zeit. Dem gegenüber ist der biologische Unterricht so gut wie vollständig verschwunden. Das drückt sich in der ganzen Verhandlung dadurch aus, dass auf der einen Seite der sehr ansehnliche Verein zur Förderung des mathematisch-physikalischen Unterrichts sehr kräftig vorwärts schreitet und ein wesentliches Moment in der ganzen Bewegung ist, und dem gegenüber haben die Biologen nichts zu stellen als das, was aus den Verhandlungen der Hamburger Versammlung hervorgegangen ist, das damals zusammengetretene Komitee. Ich glaube, wenn die Unterrichtsfrage in gesunder Weise sich entwickeln soll, dann muss der Gesichtspunkt in erster Linie ins Auge gefasst werden, dass dieses Gleichgewicht wieder herzustellen ist, dass der Vorsprung, den augenblicklich der physikalische Unterricht vor dem biologischen besitzt, nicht ungünstig ausgenutzt wird.

Obwohl ich selbst Physiker bin, so glaube ich doch, meinen Kollegen von der Physik ruhig entgegentreten zu können mit dem Ausspruche, dass die Physik, wenn sie jetzt gestattet, dass die Biologie nachkommt, durchaus keinen Schaden leiden wird, im Gegenteil, wenn es erwartet wird, dass die Physik anfängt, zu den Schülerübungen fortzuschreiten, so liegt es ausserordentlich nahe, darauf hinzuweisen, dass, wenn unsere Schüler gewöhnt werden sollen, in der Natur zu sehen, dass sie dann nicht nur an physikalischen Apparaten sehen sollen, sondern, wie Herr Kollege Grimsehl gesagt hat, dass sie vor allem in der Natur selbst sehen sollen. Aber wir können sie nur dann sehen lehren, wenn sie auch das sehen und dahin sehen, wo am allermeisten zu sehen ist, dass heisst in den Vorgang des lebendigen Organismus.

Und noch von einem weiteren Gesichtspunkte aus kann die Physik diese Hervorkehrung des Betrachtens des Lebendigen nur begrüssen. Es scheint selbst in physikalischen Kreisen und noch mehr in anderen Kreisen immer noch nicht genug bekannt geworden zu sein, dass der tatsächliche Standpunkt der heutigen Physik der ist, wie ihn Kirchhoff präzisiert hat, dass die Physik eigentlich nur eine vollständige, möglichst einfache Beschreibung des tatsächlichen Verlaufs der Erscheinungen ist; und wenn in diesem Sinn die Physik auch nur eine Beschreibung der Tatsachen gibt, so hat sie als Naturwissenschaft kein Übergewicht vor der Biologie, denn auch die Biologie ist eine experimentelle Naturwissenschaft. Wenn wir die Schüler in Zukunft dahin bringen, möglichst gleichzeitig die physikalischen Tatsachen, aber auch die Vorgänge des Lebenden mit offenen Augen zu sehen und den Zusammenhang der Tatsachen sich zu vergegenwärtigen, dann können nur beide Teile gewinnen. Ich schliesse daher mit dem Wunsch, dass das Ziel der zusammentretenden Kommission das sein muss, in erster Linie jetzt Einigkeit zu erzielen; freilich wird sich dann zeigen, dass alles etwas zu eng ist, dass wahrscheinlich das Bedürfnis nach Vermehrung der Zeit, die zur Verfügung steht, sich geltend machen wird, aber erst Einheit!

Direktor Professor Dr. Voller-Hamburg:

Nach all dem, was gesagt worden ist, ist nicht mehr viel Neues vorzubringen. Wir werden hoffentlich sehr bald die in Aussicht genommene Kommission wählen, und in dieser Kommission werden die Dinge erörtert werden; ich verzichte daher auf weitere Ausführungen.

Professor Dr. Wagner-Leipzig:

Ich möchte nur sagen, dass die Chemiker auch verschiedene Wünsche auf Änderungen des Unterrichts haben, dass aber diese Wünsche im einzelnen wohl der Kommission vorgelegt werden, und deshalb möchte ich auch verzichten.

Oberlehrer B. Schmid-Zwickau:

Ich möchte mit Rücksicht auf das, was Herr Wagner gesagt hat, ebenfalls verzichten.

Direktor F. S. Archenhold-Treptow:

Hochgeehrte Anwesende! Wenn ich nicht auf das Wort verzichte, so tue ich es deshalb, weil zwei diamentral entgegengesetzte Forderungen bei den Vortragenden zutage getreten sind, und ich glaube hinweisen zu sollen auf ein Mittel, durch welches man beiden Richtungen gerecht werden kann. Die eine Richtung hat mit Recht gefordert, dass so viele neue Fächer, unter anderen auch das, dem ich diene, die Astronomie, ferner die Biologie u. s. w. berücksichtigt werden sollen. Die andere Seite, hauptsächlich die Hygieniker fordern, dass der Schulunterricht nicht überlastet werde. Das scheint, als wenn 2 Pferde an verschiedenen Seiten des Wagens ziehen, und ich glaube, dass wir hier nur einen Ausweg finden durch eine neue Bestrebung, nämlich die, den Unterricht der Fächer, für die das zweckmässig ist, ins Freie zu verlegen. Ich habe in dieser Beziehung Erfahrungen gesammelt, und selbst das trockene Gebiet der Mathematik wurde im Freien zu einer lebendigen Materie und dadurch der Unterricht von besonderem Erfolg begleitet. Wenn die Tafel schon nicht erreichbar ist, so sind es die Raumvorstellungen und die praktischen Anwendungen, die in den Vordergrund treten, und ich habe es möglich gemacht, in einem Kursus von 12 Stunden das im Freien zu bewältigen, was in der Stube nur mit der doppelten Zahl von Stunden zu erreichen war, und dabei noch ein weitgehenderes Interesse bei den Hörern erzielt. Der Unterricht hat nicht ermüdet, sondern im Freien ist er auch in hygienischer Beziehung nur von Vorteil, und so glaube ich, dass diese Bestrebung, die jetzt in Charlottenburg für den allgemeinen Unterricht der kranken Kinder in die Praxis übersetzt ist — dort ist eine Schule im Freien errichtet worden — Nachahmung verdient, und dass das, was für die kranken Kinder zuträglich und gesund ist, für die gesunden mindestens ebenso zuträglich und gesund sein würde. Mit diesem Gedanken lässt sich vielleicht auch die Einführung des astronomischen Unterrichts in den Schulplan in bester Weise verbinden, denn dieser Unterricht könnte eben an der Szenerie des Himmels im Freien vorgenommen werden; und dass das unbedingt notwendig ist, habe ich erfahren durch eine siebenjährige Praxis an der Treptow-Sternwarte, besonders durch den Besuch derjenigen Lehrer, welche sich entschlossen, mit ihren Klassen hinauszukommen; die meisten können sich nicht entschliessen, eine Sternwarte mit ihren Klassen aufzusuchen, nicht weil sie die Nützlichkeit nicht einsehen, sondern weil sie fürchten, sich vor den Schülern eine Blösse zu geben, weil ihre praktischen Kenntnisse von der Astronomie oft nur so gering sind, dass sie die Venus nicht vom

Jupiter am Himmel unterscheiden können; ich will keine weiteren Einzelheiten nennen. Sehr wichtig ist die Forderung, die von Herrn Geheimrat Klein so schön vertreten worden ist, dass ein Semester eingerichtet werden möchte, um den Lehrern Gelegenheit zu geben, sich weiter auszubilden, dass diese Forderung mit aller Energie immer wieder ausgesprochen wird, damit eben die Lehrer sich auch auf den Gebieten ausbilden können, die bisher vom Unterricht beinahe — man darf sagen — ausgeschlossen waren, und es ist daher mit Freuden zu begrüssen, wenn Mittel dafür beschafft würden. Vielleicht ist das Ansehen unserer Gesellschaft geeignet, um nicht nur Mittel vom Staate zu erhalten, sondern auch Mittel auf privatem Wege freizumachen. Wenn wir bedenken, wie einzelne Männer in Nachbarländern wirken! Ich habe Gelegenheit gehabt, das Wirken von Andrew Carnegie in Schottland zu beobachten, der 1400 Bibliotheken eröffnet hat, der 2 Millionen Pfund = 40 Millionen Mark den 4 schottischen Universitäten überwiesen hat, so dass diese für alle ihre Bedürfnisse — man darf fast sagen „für immer" — durch die Zinsen dieses Fonds gedeckt sind. Wenn man das bedenkt, so glaube ich, dürfte auch unsere Gesellschaft ähnliches ermöglichen. Die Kommission, die ernannt werden wird, wäre geeignet, Fonds für Erfüllung aller dieser Wünsche, auch auf privatem Wege, zusammen zu bringen; dass das auch in Deutschland möglich ist, dafür ist ja die Existenz der Treptow-Sternwarte der beste Beweis, und ich bin überzeugt, dass einer Kommission unserer Gesellschaft vieles gelingen wird. Ich möchte vorschlagen dass speziell eine Kommission ernannt wird, die bezweckt, Mittel aufzubringen, die eben all den verschiedenen Forschungs- und Lehrzwecken dienen sollen, und dass eben diese Kommission möglichst schnell zusammentritt und möglichst guten Erfolg haben möchte.

Oberschulrat Rebmann-Karlsruhe:

Sehr geehrte Herren! Ich bin nicht in der Absicht hierher gekommen, das Wort zu ergreifen. Der ganze Gang der Verhandlungen veranlasst mich aber, noch einige Worte zu äussern; zunächst ein Wort des herzlichsten Dankes dafür, dass die Herren Dozenten von Universitäten sich in diesem ausgiebigem Masse, mit so viel Aufwand von Kraft und Geist und herzlicher Anteilnahme den Arbeiten in unseren Schulgebieten zugewendet haben. Ich habe die feste Überzeugung, dass, wenn erst die Zeit des Wünschens und Hoffens vorüber und das Erreichbare in grössere Nähe gerückt ist, aus diesem Zusammenarbeiten ein reicher Gewinn für beide Teile sich ergeben wird.

Zum zweiten möchte ich der Kommission, die Sie jetzt wohl zu ernennen sich anschicken, noch einen Wunsch mit auf den Weg geben. Wir haben heute ein ganzes Bündel divergierender Wünsche gehört, und in dem Stadium, in welchem sich die Angelegenheit befindet, scheint

es schier ein Ding der Unmöglichkeit zu sein, alles das, was an Wünschen und Begehren für eine künftige Ausgestaltung des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts sich geregt hat, unter einen Hut zu bringen, und es ist fast wie des Zirkels Quadratur, hier einen Mittelweg zu finden, um all diesen Wünschen, von denen ich sagen muss, dass jeder für sich allein gewiss seine Berechtigung hat, zu ihrem Rechte zu verhelfen.

Ich möchte daran erinnern, dass unsere höheren Schulen ihren Charakter gegen früher wesentlich geändert haben. So lange die Universität in der Tat noch die Universitas literarum war und die Gymnasien die einzigen Schulen, die darauf vorbereiteten, lagen die Verhältnisse einfach. Im Laufe der letzten 100 Jahre hat aber die Entwicklung der Forschungsgebiete die Universitäten und verwandten Anstalten gespalten und zu immer weiterer Teilung der Arbeitsgebiete gezwungen, so dass bei den Anstalten der unmittelbaren Forschung eine Differenzierung eingetreten ist, die die alte Einheit gesprengt hat. Auch das mittlere Schulwesen steht inmitten derselben Entwicklung. Wenn man mehrfach den Wunsch gehört hat, dass für die gebildeten Stände eine einzige Vorbildung auf den mittleren Schulen zu wünschen sei, so fürchte ich, dass der Wunsch in das Gebiet der Utopien gehören wird. Aus dem Gefühl dafür heraus hat man die Gymnasien bei den Verbesserungsvorschlägen ausgeschieden und gesagt, daran sei nichts zu ändern, und hat die Veränderungsvorschläge auf die Schulen realen Charakters beschränkt. Schon das zeigt die grosse Schwierigkeit, das wieder zu vereinigen, was tatsächlich schon auseinandergegangen ist. Da wird man denn daran festhalten müssen, dass unsere mittleren Schulen den Charakter der blossen Vorbereitungsanstalten auf die Universität nicht mehr haben, sondern dass sie allgemeineren Zielen dienen. Man soll sich daran erinnern, dass von unseren mittleren Schulen eine grosse Zahl von Schülern, viel mehr als früher, unmittelbar ins Leben hinaustritt, in den Offiziersstand, in den höheren Kaufmannsstand u. s. w., dass sie Kräfte darstellen, die für das Leben der Nation von grösster Wichtigkeit sind, dass sie vielfach in die leitenden und führenden Kreise unseres Volkes eintreten. Gerade so gibt es eine Stufe tiefer schon eine grosse, breite Bevölkerungsschicht, die sich an der Bildungsstufe sättigt, die etwa durch den Einjährigenschein bestimmt ist. Das sind Bevölkerungselemente, die nicht ausser Betracht gelassen werden können im Interesse der Gesundheit unseres Volkskörpers. Man wird daher die speziellen Bedürfnisse der einzelnen Fakultäten und Wissenschaftszweige einordnen müssen unter den allgemeinen Gesichtspunkt: Was ist für die Allgemeinbildung unserer Schüler notwendig? — um doch einmal dieses verpönte Wort zu gebrauchen und damit die Gesamtheit des Wissens und Könnens zu bezeichnen, das die mittleren Schulen ihren Schülern mitgeben. Da werden wir wieder darauf kommen, dass

wir auf ein gemeinsames Bildungsideal verzichten müssen, dass wir für die realen Schulen andere Bildungsideale und andere Bildungsziele aufstellen müssen als für humanistische Schulen.

Wenn man sich insbesondere das Ziel der Realanstalten nach der naturwissenschaftlichen und mathematischen Seite klar macht, dann wird man wiederum die speziellen Fachwünsche einigermassen zugunsten derjenigen Elemente zusammenzudrängen versuchen, welche wirklich allgemeine naturwissenschaftliche Bildung vermitteln, wie das zum Teil schon in den Lehrplänen Ausdruck gefunden hat. Wenn in den badischen Oberrealschulen für den Unterricht in der Prima Kosmographie und Geologie vorgeschrieben ist, so gibt das einen Hinweis darauf: nicht mit irgend welchen Spezialitäten aus dem Gebiete der Physik und Chemie, mögen sie sonst an sich noch so lehrreich und noch so interessant sein, soll dieser Unterricht abschliessen, sondern mit den grossen Gesetzen des Weltbaus und der Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Organismen; und sie sollen mit den Mitteln der mathematischen und physikalischen und chemischen Arbeitsmethoden, soweit sie die Mittelschule liefern kann, wissenschaftlich begründet werden. So erhält der Schüler einen Einblick nicht nur in naturwissenschaftliches Denken, sondern in eine Gedankenwelt, wie man sie grossartiger und schöner sich gar nicht vorstellen kann, die ihm, und da denke ich besonders an diejenigen Leute, die von der Schule direkt ins Leben gehen, auf dem sichern Boden mathematischer und naturwissenschaftlicher Erkenntnis die Grundlage einer ganzen naturwissenschaftlichen Weltanschauung mit ins Leben hinausgeben kann.

Setzt man sich eine derartige allgemeine naturwissenschaftliche Bildung als Ziel, dann wird man von hier aus nach unten den Lehrplan konstruieren müssen und nicht von den Wünschen und Erfordernissen der einzelnen Unterrichtsfächer aus. Man wird von hier aus zu entscheiden haben, was unerlässlich, was notwendig, was entbehrlich ist. Die einzelnen Fächer werden sich damit abfinden müssen, dass im Raume die Dinge hart sich drängen. Dass die Unterrichtszeit noch erhöht werden könnte, daran ist nicht zu denken. Wenn nicht alle Zeichen trügen, muss man darauf gefasst sein, dass im nächsten Menschenalter die Unterrichtszeit an unseren Unterrichtsanstalten heruntergesetzt werden wird im Interesse der Gesundheit unseres Volkes. Wer selbst im Unterrichte gestanden hat, der weiss, dass, solange der Nürnberger Trichter noch nicht erfunden ist, eine Vermehrung des Lehrstoffs ohne Vermehrung der Unterrichtszeit nicht zu denken ist und eine Kürzung des Lehrstoffs zur unabweislichen Folge hat. Von einer „Verbesserung der Methode“, die angeblich viel Zeit sparen soll, ist ein wesentlicher Gewinn nicht zu hoffen. Die Methode ist in hohem Grad verknüpft mit der Persönlichkeit des Lehrers, ist nicht etwas, was mit Schrauben und Schlüsseln durchaus erzwungen werden kann; in dieser Hinsicht werden

die Dinge liegen wie jetzt, so in alle Zukunft, dass eben die Lehrer nach Begabung, Lehrgeschick und Leistungen verschieden sind und bleiben werden. Hüten muss man sich aber davor, seine Anforderungen auf das Niveau hinzustellen, das ein ganz besonders vorzüglich begabter Lehrer erreichen kann. Die Unterrichtsverwaltungen werden bei der Feststellung der Lehrpläne mit dem Durchschnitt der Begabung und Leistungsfähigkeit der Lehrer zu rechnen haben.

Wenn auch diese letzten Erwägungen geeignet sind, sich wie Bleigewichte an einen grossen Aufschwung, wie ihn die Phantasie und wie ihn unsere Wünsche sich gern ausmalen, zu hängen, so darf man doch nicht darauf verzichten, die Dinge im Fluss zu halten. Alles ist in Fluss, und die Fragen des Unterrichts stehen soweit voran im öffentlichen Interesse, dass wir eine glückliche Lösung der uns beschäftigenden Fragen wohl erhoffen dürfen. Sache der Kommission wird es sein, einen Ausgleich der widerstreitenden und konkurrierenden Interessen zu finden. Ich möchte im Interesse der Entwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts von ganzem Herzen wünschen, dass in zwei Jahren die Dinge so weit gekommen sind, dass die Kommission uns einen greifbaren Fortschritt präsentieren kann zum Wohl unserer Jugend und unserer Schule.

Vorsitzender Professor Dr. Chiari-Prag:

Da niemand mehr das Wort wünscht, so ist die Diskussion geschlossen, und ich ersuche Herrn Geheimrat Klein, den Vorschlag zu einer Resolution vorzutragen.

Geheimrat Professor Dr. Klein-Göttingen:

Hochgeehrte Anwesende! Die Meinungen haben sich ziemlich geklärt. Von allen Seiten wird bemerkt, dass die einzelnen Wünsche und Gesichtspunkte, die vorgebracht worden, an sich vortrefflich sind, und dass es nun Sache einer Kommission sein wird, daraus einen einheitlichen Vorschlag zu machen. Die Kommission mag man sich arbeitend denken, wie man wolle, sie steht vor einer schwierigen Aufgabe. Es besteht aber auch das alte Wort: wenn ein Ding auch fast unmöglich erscheint, man muss versuchen, es zu leisten, und wird dann wenigstens ein Stück weiter kommen. Gestern mittag hat unter dem Vorsitz des Herrn Hofrats Chiari auf dessen Einladung im Tageblatt in einem engeren Kreise eine Beratung dieser Aufgaben stattgefunden, und wir haben versucht, Vorschläge zur Zusammensetzung einer möglichst allseitigen Kommission zu machen, und sind glücklich genug gewesen, in diesem Kreise von etwa 30 bis 40 Teilnehmern vollständige Zustimmung zu finden. Ich würde mir erlauben, die Vorschläge hier kurzweg vorzulesen, wenn nicht hinterher ein juristisches Bedenken geltend gemacht worden wäre. Es zeigte sich, dass nach dem Wortlaute des Statuts der Naturforschergesellschaft eine

Generalversammlung, oder in diesem Falle das gegenwärtige Auditorium, gar nicht eine Kommission als solche einsetzen kann, sondern dass das formal dem Vorstande vorbehalten ist. Ich werde mir also nur erlauben, Ihnen eine Resolution vorzulesen, in der die Niedersetzung einer Kommission gewünscht wird. Dann wird Ihnen Herr Hofrat Chiari die Ideen über die Zusammensetzung der etwaigen Kommission vortragen, wie sie sich gestern zu einer vorläufigen Formulierung verdichtet haben, und es wird sich zeigen, ob die Ihre Bewilligung finden werden. Wenn dies dann der Fall ist, wie ich hoffe, und Sie unserer Resolution zustimmen, so hat der Vorstand freie Hand, das zu tun, was er nach seiner eigenen, von Ihnen bestätigten Auffassung für richtig hält. Ich nehme an, dass Sie dieses Vorgehen billigen werden und verlese nun folgende Resolution:

In voller Würdigung der grossen Wichtigkeit der behandelten Fragen spricht die Versammlung dem Vorstande den Wunsch aus, in einer möglichst vielseitig zusammenzusetzenden Kommission diese Fragen weiter behandelt zu sehen, damit einer späteren Versammlung bestimmte, abgeglichene Vorschläge zu möglichst allseitiger Annahme vorgelegt werden können.

Vorsitzender Hofrat Prof. Dr. Chiari-Prag:

Es sind gedacht als Mitglieder der 12 gliedrigen Kommission die Herren: Prof. Dr. Gutzmer-Jena (Vorsitzender), Direktor Dr. Schotten-Halle a. S., Med.-Rat Prof. Dr. Leubuscher-Meiningen, Prof. Dr. Verworn-Göttingen, Prof. Dr. Pietzker-Nordhausen, Oberlehrer Bastian Schmid-Zwickau, Prof. Dr. K. Fricke-Bremen, Prof. Dr. Kraepelin-Hamburg, Geh.-Rat Prof. v. Borries-Charlottenburg, Direktor Duisberg-Elberfeld, Prof. Dr. Poske-Berlin, Geh. Reg.-Rat. Prof. Dr. F. Klein-Göttingen. Die weitere Behandlung der Frage ist eine sehr einfache. Wenn diese Vorschläge, die Herr Geheimrat Klein und nunmehr ich gemacht haben, Ihre Genehmigung finden, dann gehen sie an den Vorstand. Der Vorstand — ich kann, glaube ich, schon sagen, dass kein Zweifel ist — wird zustimmen, und damit ist dann die Kommission gewählt, sie wird bestätigt werden und kann ihre Tätigkeit beginnen.

Hauptmann a. D. Stavenhagen-Berlin:

Ich möchte mir den Vorschlag erlauben, eine Dame in die Kommission zu wählen.

Geheimrat Professor Dr. Klein-Göttingen:

Ich möchte hier darlegen, nach welchen Gesichtspunkten die für die Kommission in Aussicht genommenen Namen ausgewählt worden sind.

Die Herren GUTZMER und SCHOTTEN sind heute früh von Ihnen als Mitglieder in den wissenschaftlichen Ausschuss der Naturforschergesellschaft gewählt worden, Herr GUTZMER zugleich als Vorsitzender der naturwissenschaftlichen Abteilung, Herr SCHOTTEN als Vertreter der pädagogischen Sektion. Sie sind sozusagen die geborenen Mitglieder unserer Kommission, und Herr GUTZMER müsste jedenfalls auch deren Vorsitz übernehmen. Im übrigen aber haben wir die Kommission so zusammengesetzt, dass zwei Mitglieder der medizinischen Abteilung angehören, nämlich die Herren LEUBUSCHER und VERWORN, zwei Mitglieder den Verein zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts vertreten, nämlich dessen Vorstandsmitglieder, die Herren PIETZKER und BAST. SCHMID, zwei Mitglieder das engere Agitationskomitee für Einführung der biologischen Disziplinen, nämlich die Herren FRICKE und KRAEPELIN, ferner zwei Mitglieder den Kreisen der Ingenieure und praktischen Chemiker angehören — die Herren v. BORRIES und DUISBERG, endlich zwei Mitglieder die deutsche physikalische Gesellschaft und die deutsche Mathematikervereinigung vertreten, nämlich Herr POSKE und ich selbst. Auf solche Weise scheint die Mitarbeit aller für die fachmännische Arbeit zunächst in Betracht kommenden Gruppen gleichförmig gesichert. Überdies, wenn Sie prüfen, wie viele von den vorgeschlagenen Namen der biologischen Hälfte dieser Versammlung angehören, wie viele der mathematisch-physikalischen, oder wie stark die technischen Hochschulen, die Universitäten, die höheren Schulen etc. vertreten sind, so werden Sie finden, dass ein volles Gleichgewicht besteht. Ich möchte Sie bitten, dieses Gleichgewicht nicht zu stören sondern die neuen Anregungen, wie sie durch die Eingabe der Frauenvereine und übrigens auch in sehr dankenswerter Weise durch den Herrn Vertreter der badischen Regierung an uns herangekommen sind, vertrauensvoll der vorgeschlagenen Kommission zu überweisen. Die Kommission hat ja später von selbst das Recht, wenn es erwünscht sein sollte, sich zu kooptieren, und wird davon gegebenenfalls sicher auch Gebrauch machen.

Vorsitzender Hofrat Prof. Dr. CHIARI:

Es sind verschiedene Meinungen laut geworden, und ich glaube folgendermassen vorgehen zu müssen. Wir müssen untersuchen, ob sich für das Amendement, das von Herrn STAVENHAGEN vorgeschlagen wurde, Stimmung findet. Ich möchte diejenigen Herren, welche für das Amendement STAVENHAGEN sind, nämlich dass jetzt schon in diese Zentral-Kommission eine Dame gewählt werde, bitten, die Hand zu erheben. Das ist keine Majorität; infolge dessen können wir gleich zur Beschlussfassung in Bezug auf die Resolution und den von mir gemachten Vorschlag der Kommission gehen. Wenn sich kein Widerspruch erhebt, so erscheint sowohl die Resolution, als auch der Vor-

schlag bezüglich der 12 gliedrigen Kommission acceptiert. (Es erhebt sich kein Widerspruch.)

Hiermit ist die Tagesordnung erschöpft, und ich beehre mich die Sitzung zu schliessen und allen Teilnehmern bestens zu danken.

Möge sie die Morgenröte einer neuen, schönen Zeit sein, von welcher wir — um mit dem ersten Herrn Redner zu sprechen — nur bedauern können, dass wir sie nicht mehr als Jünglinge erleben, um unsre Studien unter den neuen Verhältnissen machen zu können!

(Schluss der Sitzung $1^1/_2$ Uhr.)

II.

Bericht über die gemeinschaftliche Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe.

Donnerstag, den 22. September, nachmittags 3 Uhr.

Die Sitzung fand in der Aula der Universität statt. Den Vorsitz führte, in Vertretung des durch eine Reise nach Nordamerika verhinderten Herrn Prof. Dr. PENCK-Wien, Se. Exellenz Geheimrat Dr. G. v. NEUMAYER-Neustadt a. H.

Den Verhandlungsgegenstand bildeten die Eiszeiten in den Gebirgen der Erde. Vorträge hielten die Herren Prof. Dr. ED. BRÜCKNER-Halle a. S. (früher in Bern), Prof. Dr. HANS MEYER-Leipzig und Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. PARTSCH-Breslau.

1.

Die Eiszeiten in den Alpen.

Von

Ed. Brückner.

In den Alpen war es, dass zu Beginn des 19. Jahrhunderts die Lehre von der Eiszeit entstand. Zweifelt heute auch kein Unterrichteter mehr an der alten Vergletscherung dieses Gebirges, so hat doch die Eiszeitlehre territorial ganz verschiedene Bahnen eingeschlagen; eine schweizerische, eine französische, eine ostalpine Schule der Glazialforschung hat sich entwickelt, und nicht selten scheinen die Ergebnisse in dem einen Gebiet den in anderen Gebieten gewonnenen zu widersprechen. Bei solchem Widerstreit der Meinungen musste es von Wert sein, einmal das gesamte Alpengebiet einer einheitlichen Untersuchung zu unterziehen. Das konnte nur derart geschehen, dass man, unterstützt durch die Fülle der in der wissenschaftlichen Literatur nieder-

gelegten Beobachtungen, dem Glazialphänomen in allen Teilen der Alpen beobachtend nachging. Keiner war hierfür geeigneter als Albrecht Penck, dessen Werk über die Vergletscherung der deutschen Alpen seinerzeit bahnbrechend für die alpine Glazialforschung gewesen war. Mir war es vergönnt, Penck durch Untersuchung der Eiszeitspuren in den Alpen Salzburgs, Krains, Venetiens sowie der Schweiz zu unterstützen. Wir begannen unsere Untersuchungen 1887 im Osten, veranlasst durch ein Preisausschreiben der Sektion Breslau des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, das als Aufgabe die Untersuchung der Vergletscherung der österreichischen Alpen setzte, zunächst gemeinsam mit August von Böhm, und dehnten sie dann, doch ohne von Böhm, allmählich auf die gesamten Alpen aus. Die Resultate der 17jährigen Forschungen, die durch den uns von der Sektion Breslau zuerkannten Preis eine erhebliche materielle Förderung erhielten, sind in einem im Erscheinen begriffenen Werk niedergelegt.[1])

Es würde den Rahmen eines Vortrages weit überschreiten, wollte ich hier eine Zusammenfassung der gewonnenen Ergebnisse geben. Ich möchte mich vielmehr darauf beschränken, einige derselben herausgreifend, die Quartärzeit als eine Zeit der Klimaschwankungen zu schildern, die sich in vertikalen Schwankungen der Höhengrenzen äusserten.

I.

Überschauen wir aus einiger Entfernung, z. B. von den Höhen des Jura aus, an einem Spätsommertage die mächtige Kette der Alpen, so lassen sich deutlich mehrere Stockwerke an derselben unterscheiden: zu unterst die Waldregion, dann die waldlose alpine Region, darüber endlich die Schneeregion. Prägnant spricht sich darin das Gesetz von der Abnahme der Lufttemperatur mit wachsender Höhe aus. Dringen wir in das Gebirge ein und hinauf auf die Gehänge der Kämme, so erkennen wir freilich, dass die Linien, die, aus der Ferne gesehen, diese Stockwerke gegen einander abzugrenzen schienen, eigentlich nicht Linien, sondern Übergangszonen sind. Nicht plötzlich hört der Wald auf; er verliert sich vielmehr allmählich, und es gelingt nicht, die Waldgrenze auf mehr als auf 50 m genau zu bestimmen. Das gilt auch von der Schneegrenze. Infolge der Abnahme der Temperatur mit wachsender Höhe nimmt aufwärts die Menge des jährlich fallenden Schnees zu und zugleich die zu dessen Schmelzung verfügbare Wärme ab. In einer bestimmten Höhe, an der Schneegrenze, da halten Schneefall und Abschmelzung im Laufe eines Jahres einander genau die Wage. Nur

1) A. Penck und Ed. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, Chr. H. Tauchnitz, 1901—1904 (bisher 656 S. in 6 Lieferungen erschienen). A. von Böhm hat seine Untersuchung des alten Murgletschers in den Abhandlungen der geographischen Gesellschaft von Wien 1900 zum Abdruck gebracht (30 Seiten).

wo Höhen über die Schneegrenze emporragen, können Gletscher entstehen; sie strecken ihr Ende stets unter die Schneegrenze herab, die grossen oft sehr tief unter dieselbe.

In der Eiszeit lag die Schneegrenze tiefer als heute. Ihre Höhe lässt sich scharf bestimmen, und zwar nach zwei Methoden, die, obwohl von einander unabhängig, gleichwohl dieselben Werte ergeben und sowohl auf heute existierende, als auch auf quartäre Gletscher angewendet werden können. Die eine Methode kann die geographische genannt werden. Stellt man nämlich durch Verfolgen der Verbreitung der Spuren kleiner Gletscher fest, welche Gipfel einer Gebirgsgruppe noch Gletscher gehabt haben, so gibt deren Höhe eine obere Grenze für die Schneegrenzhöhe. Andererseits lässt sich aus der Höhe benachbarter Gipfel, denen trotz geeigneter Form Gletscher fehlten, eine untere Grenze festlegen. Zwischen diesen beiden Werten befindet sich die wahre Schneegrenze. Diese zuerst von Josef Partsch angewendete Methode gibt treffliche Resultate. Die zweite Methode stützt sich auf die von Kurowski erkannte Tatsache, dass die mittlere Höhe der Oberfläche eines grösseren Gletschers gleich der Höhe seiner Schneegrenze ist. Die mittlere Höhe ist dabei streng mathematisch zu verstehen[1]; sie wird durch Integration abgeleitet, d. h. als Mittel der Höhen aller Differentiale der Oberfläche des Gletschers. Die Oberfläche der alten Gletscher lässt sich mit Hilfe der Stirn- und der Ufermoränen sowie der erratischen Grenzen ausreichnend erkennen, um die mittlere Höhe und damit die Schneegrenzhöhe auf 50 m genau zu bestimmen.

Mit Hilfe dieser beiden Methoden gelang es, an zahlreichen Punkten der Alpen die Höhe der Schneegrenze für die letzte grosse Vergletscherung festzulegen. Es ergab sich, dass die Höhe der eiszeitlichen Schneegrenze von Ort zu Ort dieselben Verschiedenheiten aufweist wie heute. Am äussersten Nordsaum der Alpen, desgleichen am Nordsaum des schweizerischen Jura lag sie zwischen 1000 und 1100 m. Gegen das Innere des Gebirges stieg sie an. In dem im Innern der Ostalpen gelegenen Stodergebiet lag sie z. B. in 1400 m und im Gebiet der Drau in 1500 m, also 400—500 m höher als am Nordsaum und bezeichnenderweise auch höher als am Südsaum des Gebirges. So zeigte die Schneegrenze in der letzten Eiszeit genau dieselbe Hebung in den zentralen Teilen des Gebirges, wie sie für die Gegenwart von Ed. Richter und Jegerlehner im einzelnen nachgewiesen worden ist. So kommt es, dass sich die eiszeitliche Schneegrenze, so verschieden auch ihre

1) Keineswegs darf man die mittlere Höhe der Gletscheroberfläche als Mittel aus der Höhe der Endmoräne und der Kammhöhe des zugehörigen Firnbeckens bestimmen wollen, wie das kürzlich von F. Frech in Verkennung der von uns angewendeten Methode geschehen ist. (Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenvereins, 1903, S. 19).

absolute Höhe ist, doch überall um den gleichen Betrag von 1200 bis 1300 m oder im Mittel 1250 m unter der heutigen findet. Die Depression der Schneegrenze der letzten Eiszeit unter der heutigen hat in den Alpen einen konstanten Betrag von 1250 m.

Auch die Waldgrenze war um einen ähnlichen Betrag abwärts verschoben. Die Gletscherzungen, die sich nach Norden aus den Alpen heraus auf das Vorland legten, fanden hier waldloses Gebiet vor: nirgends treten in den Endmoränen Reste von Baumstämmen auf, wie man erwarten müsste, wenn die Gletscher im Walde geendigt hätten; es finden sich nur Reste von Pflanzen der alpinen Region. Anders an der Südseite der Alpen, wo in den Endmoränen mehrfach grosse verschüttete Baumstämme erscheinen. In der Tat muss die Waldgrenze hier bei 600 m Seehöhe gelegen haben, sofern wir den heute vorhandenen Abstand zwischen Waldgrenze und Schneegrenze von 800 m auch für die Eiszeit annehmen dürfen.

Bekanntlich konnte Penck in den Alpen Deutschlands und Österreichs die Spuren von vier verschiedenen Eiszeiten unterscheiden. Ich habe diese Vierzahl in der Schweiz bestätigen können. Nach kleinen Flüssen des süddeutschen Alpenvorlandes hat Penck die älteste als Günz-Eiszeit, die zweite als Mindel-, die dritte als Riss-, endlich die vierte und letzte als Würm-Eiszeit bezeichnet.

Die Gletscher der Riss-Eiszeit reichten überall weiter als die der Würm-Eiszeit. Damit steht in Ubereinstimmung, dass sich die Schneegrenze der Riss-Eiszeit überall, wo sie sich bestimmen liess, 100—150 m tiefer fand als die eben geschilderte der Würm-Eiszeit. Noch etwas tiefer lag sie in der Mindel-Eiszeit. Denn im ganzen Bereich der Ostalpen östlich einer von München nach Verona gezogenen Linie stiessen die Gletscher der Mindel-Eiszeit etwas weiter vor als die der Riss-Eiszeit. Westlich der genannten Linie allerdings war die Riss-Vergletscherung grösser. Es dürfte sich diese Inkongruenz durch eine Hebung der Alpen westlich jener Linie erklären, die in der Zeit zwischen der Mindel- und der Riss-Vergletscherung erfolgte und in der Schweiz an der Hand der hier schräg gestellten Gletscherbachschotter der Mindel-Eiszeit nachgewiesen werden konnte. Dadurch gerieten in der Riss-Eiszeit, obwohl die Depression der Schneegrenze kleiner war, doch grössere Flächen des Gebirges über die Schneegrenze als in der Mindel-Eiszeit. Höher als in der Mindel- und in der Riss-Eiszeit lag die Schneegrenze während der Günz-Vergletscherung; deren Dimensionen entsprachen ungefähr denen der Würm-Vergletscherung.

Trotz des überall gleichen Betrages der Depression der eiszeitlichen Schneegrenze unter die heutige hat sich die alte Vergletscherung von Ort zu Ort in sehr verschiedener Grösse entwickelt. Hierfür bietet die Bodengestaltung ohne weiteres die Erklärung. Eine bestimmte Depression der Schneegrenze brachte eben in dem einen Gebiet nur

kleine Flächen des Gebirges über die Schneegrenze, in anderen Gebieten aber weit grössere. Nur die ganz unverhältnismässig grosse Ausdehnung der Vergletscherung in der Schweiz, besonders in der Riss-Eiszeit, schien dadurch nicht ausreichend erklärt. Daher nahm man vielfach an, die Schneegrenze sei hier wegen der grösseren Nähe des Ozeans um einen grösseren Betrag deprimiert gewesen als weiter im Osten. Das hat sich nicht bestätigt. Vielmehr ist die riesenhafte Ausdehnung des helvetischen, besonders vom Rhonegletscher gespeisten Gletschers nur eine Folge der Stauwirkung des den Alpen nach Nordwesten gegenüberliegenden Jura. Hätte das Eis sich ungestört auf dem Alpenvorland ausbreiten können, so hätte es kaum Dimensionen angenommen, die diejenigen des Inngletschers wesentlich übertroffen hätten. Allein seine Ausbreitung wurde durch den gegenüberliegenden Jura gehindert. Dadurch erfolgte ein Stau, und es gelangten nun weite Teile der Eisoberfläche im schweizerischen Mittelland über die Schneegrenze, die ohne diesen Stau unter derselben geblieben wären. Des gegenübergelagerten Jura wegen reagierte der Rhonegletscher von dem Moment an, wo er den Jurafuss erreicht hatte, empfindlicher als alle anderen Gletscher auf jede Änderung der Höhe der Schneegrenze. Während z. B. der im Vorland nicht gestaute Salzachgletscher in der Riss-Eiszeit ein Areal bedeckte, das nur um 5 Proz. grösser war als das in der Würm-Eiszeit von ihm eingenommene, beanspruchte die Riss-Vergletscherung in der Schweiz volle 30 Proz. mehr. Und doch betrug die Differenz in der Höhe der Schneegrenze der Würm- und der Riss-Eiszeit in beiden Gebieten gleichmässig 100—150 m.

II.

Zwischen die Eiszeiten schalten sich Interglazialzeiten ein. Es sind das langdauernde Zeiten geringeren Gletscherstandes. Stratigraphisch lassen sie sich am Auftreten interglazialer, von Moränen unterlagerter und zugleich von solchen überlagerter, nicht unter dem Gletscher entstandener Bildungen erkennen. Diese interglazialen Bildungen, von denen wir die später zu betrachtenden interstadialen, d. h. bei kleineren und kürzeren Schwankungen der Gletscher entstandenen zu unterscheiden haben, sind in den Alpen, resp. in deren Vorland sehr mannigfach. Da treffen wir an vielen Orten mächtige, nach Art der Flussdeltas schräg geschichtete Kiesmassen, die weite, nach Schluss der Riss-Eiszeit zurückgebliebene Seebecken ausfüllten, so bei Salzburg, bei Rosenheim, am Zürichsee, am Zuger, am Thuner und am Genfer See. Hand in Hand mit der Verschüttung der Seen ging eine Verschüttung der Täler des Gebirges und ihrer Gehänge durch Bildung mächtiger Gehängeschuttkegel. Draussen im Vorland, wo die Endmoränen und Glazialschotter der alten Gletscher abgelagert worden waren,

wurden diese durch Denudationen eingeebnet und durch Erosion zerschnitten. Auf den so durch Talbildung zerschnittenen Schotterflächen und den eingeebneten Moränen, die beide in ihren oberen Schichten stark verwittert waren, lagerte sich in einer späteren Phase der Interglazialzeit als echte Steppenbildung der Löss ab. Der letztere ist im Umkreis der Alpen älter als der Maximalstand der letzten Vergletscherung, da er auf deren Moränen fehlt. Nur an 3 Stellen finden wir postglazialen, z. T. sehr jungen Löss: im St. Galler Rheintal, im Walliser Längstal der Rhone und bei Turin. Es haben hier lokal also auch nach der Würm-Eiszeit Bedingungen geherrscht, welche die Lössbildung zuliessen. Die Zeit der allgemeinen Lössbildung im Umkreis der Alpen aber liegt vor dem Maximum der Würm-Eiszeit.

Als echte Steppenbildung weist der interglaziale Löss auch eine ausgezeichnete Steppenfauna auf mit dem Pferd als Charaktertier, zu dem sich Rhinoceros tichorhinus, Mammut und Ren gesellen.

An anderen Stellen finden sich aus der Interglazialzeit auch Pflanzenreste, z. T. in Kohlenlagern, z. T. in Schieferton oder in Kalktuff eingebettet, die uns eine ausgesprochene Waldvegetation vor Augen führen. Vergesellschaftet damit treten, z. T. in grosser Zahl, Reste von Waldtieren auf, vor allem vom Hirsch. Hier finden sich auch Reste von Elephas antiquus und Rinoceros Merkii, zweier am Schluss der Interglazialzeit auftretender Dickhäuter. So haben wir aus der Interglazialzeit sowohl Steppenbildungen, als auch Waldbildungen. An der Hand der Lagerungsverhältnisse bei Villefranche im Saônebecken konnte Penck zeigen, dass die Waldperiode der Steppenperiode voraufging. Die letzte Interglazialzeit stellt sich uns sonach als eine Periode dar, in der im Umkreise der Alpen z. T. recht verschiedene Zustände geherrscht haben. Während eines ersten Abschnittes existierten ausgedehnte Wälder, deren Boden eine weitgehende chemische Zersetzung erfuhr; wir dürfen auf ein feuchtwarmes ozeanisches Klima schliessen. Danach folgte eine Steppenperiode mit kontinentalem, sichtlich etwas kälterem Klima.

Wie weit waren in der Interglazialzeit die Gletscher zurückgegangen? Die Verbreitung der interglazialen Ablagerungen gibt dafür keine Anhaltspunkte, da sie im Gebirge fast ganz fehlen. So sind gerade hierüber die Ansichten geteilt. Fritz Frech nimmt neuerdings für die Alpen ebenso wie Eugen Geinitz für die nordische Vergletscherung nur einen verhältnismässig unbedeutenden, episodenhaften Rückgang des Eises an [1]), und zwar gerade auch für das Inntal, wo sich bei Innsbruck die interglaziale Höttinger Breccie mit ihrer reichen Flora findet. Frech meint, diese Flora hätte ganz gut am Rande des

1) Zeitschrift des Deutschen und Österr. Alpenvereins 1903, S. 10. Lethaea geognostica. Band III Teil 2. Stuttgart 1904. S. 5.

Gletschers wachsen können, sowie ja auch heute manche Gletscher, z. B. der Malaspinagletscher in Alaska, inmitten einer üppigen Waldvegetation endigen; ja am genannten Gletscher wachse sogar Wald auf der Mittelmoräne, also auf dem Eise selbst; so könne auch während der Eiszeit durch reichliche Niederschläge die ganze alpine Region im Alpengebirge verkümmert gewesen sein. Allein hier liegt ein völliges Verkennen der Sachlage vor, eine Verwechslung von Vegetation am Gletscherende und Vegetation an der Schneegrenze. Auch heute reichen einige Gletscher der Alpen mit ihrem Ende bis in die Waldregion herunter. Nichts desto weniger aber schaltet sich auch in deren Nachbarschaft überall die waldlose alpine Region in einer Vertikalausdehnung von 800—900 m zwischen Waldregion und Schneeregion ein. Das ist auch beim Malaspinagletscher nicht anders und kann nicht anders sein. Denn wo der Boden fast das ganze Jahr mit Schnee bedeckt ist, da vermag Wald nicht zu gedeihen. Die Waldbäume verlangen stets während einiger Monate eine höhere Temperatur, die entsprechend auch Schneelosigkeit des Bodens bedingt. Während also die Schneegrenze diejenige Linie ist, an der die Dauer der Schneedecke gerade ein Jahr beträgt, herrscht an der Waldgrenze stets während eines längeren oder kürzeren Teiles des Jahres Schneelosigkeit. Das schliesst das Zusammenfallen beider Höhengrenzen und damit auch die Unterdrückung der alpinen Region völlig aus.[1])

Abgesehen von der Haltlosigkeit seiner theoretischen Erwägungen hat Frech die Höhenlage der Fundstelle der Höttinger Flora und die Zusammensetzung der letzteren nicht gewürdigt. Die Flora wuchs nämlich nicht, wie jene Wälder am Malaspinagletscher, in geringer Meereshöhe und an der Stirn des Gletschers, sondern in 1150 m Höhe am Gehänge des Tales. $^5/_7$ der dort gefundenen fossilen Pflanzen leben noch heute in gleichen oder ähnlichen Formen in der Umgebung der Fundstelle, $^1/_7$ noch in Tirol, aber ausschliesslich in tieferem Niveau; $^1/_7$ aber fehlt heute ganz in Nordtirol. Insbesondere Rhododendron ponticum und Buxus sempervirens sind ganz entschieden südliche Formen, und Rhamnus höttingensis steht einer südlichen, auf den Kanarischen Inseln auftretenden Art am nächsten.

An der oberen Grenze von Rhododendron ponticum herrscht heute, wie Penck ausgeführt hat, im Kaukasus eine Jahrestemperatur von 7° C., d. i. volle 2° mehr als an der Fundstelle in 1150 m bei Innsbruck.

1) Frech stützt sich auf Darlegungen von Drude (Petermanns Mitt. 1889 S. 283), die der letzere an Schilderungen von Seton-Karr anknüpft. Doch stammen des letzteren Ausführungen aus einer Zeit, wo der Begriff der Schneegrenze noch nicht in seiner präzisen Form allgemein bekannt war. In der Tat wird seine Behauptung, die Schneegrenze liege am Malaspinagletscher in wenig über 100 m Seehöhe, durch die Beobachtungen von Israel C. Russell und des Herzogs der Abruzzen völlig widerlegt; die Schneegrenze findet sich sehr viel höher und weit über der Grenze des Vorkommens von Wald.

Ist es gestattet, auf ein gleiches Wärmebedürfnis der Pflanze einst und jetzt zu schliessen, so muss das Klima zur Zeit der Flora von Hötting 2° wärmer gewesen sein als heute. Im Kaukasus liegt dort, wo Rhododendron ponticum in der Tiefe vorkommt, die Schneegrenze in 3000 m, also 400 m höher als heute bei Innsbruck. Das alles weist für die Zeit der Höttinger Flora auf ein wärmeres Klima hin, als es heute hier herrscht, und auf eine höhere Schneegrenze. Auf ein Klima, das wärmer war, als das heute an der gleichen Stelle herrschende, weisen aber auch die interglaziale Flora von Flurlingen bei Schaffhausen und die der Fundstelle von Re in 800 m Höhe westlich des Lago Maggiore, welch letztere Ostern dieses Jahres von Penck und mir ausgebeutet worden ist. Anderen interglazialen Pflanzenresten fehlt der südliche Einschlag; sie gehören z.T. wohl nicht dem Maximum der Interglazialzeit an.

So stellt sich uns die Interglazialzeit in ihrem Maximum als eine Zeit dar, in der das Klima 2° wärmer und die Schneegrenze 400 m höher war als heute. Welcher Kontrast gegenüber den Verhältnissen der Eiszeit! In der voraufgehenden Riss-Eiszeit, da reichte das Eis im Inntal dort, wo später die Höttinger Flora wuchs, nach erratischen Gesteinen in der Breccie zu urteilen, bis 2200 m empor und in der nachfolgenden Glazialzeit wieder bis 1800 m; die Schneegrenze lag das eine Mal 1400 m, das andere Mal 1300 m unter der heutigen, in der Interglazialzeit aber 400 m höher als heute. So erhalten wir von der Riss-Eiszeit zur Interglazialzeit ein Emporschnellen der Schneegrenze um 1800 m und hierauf zur Würm-Eiszeit wieder eine Senkung derselben um 1700 m. Da in der Interglazialzeit die Schneegrenze höher lag als heute, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass damals die Gletscher kleiner waren als heute.

Aber auch die Dauer der Interglazialzeit ist viel zu lang, als dass man nur von einer interglazialen Episode sprechen könnte, wie Fritz Frech will. Die Höttinger Breccie ist eine Gehängeschuttbildung, entstanden durch Absturz und Abspülung. Penck hat aus deren Volumen berechnet, dass bei ihrer Bildung ihr Einzugsgebiet um volle 30 m abgetragen worden ist. Dass eine solche Abtragung nur in einer sehr langen Zeit erfolgen konnte, liegt auf der Hand.

Das Ausgeführte gilt für die letzte Interglazialzeit, diejenige zwischen Riss- und Würm-Eiszeit; ihr gehören alle geschilderten Funde an. Über die älteren Interglazialzeiten wissen wir Genaueres durch interglaziale Ablagerungen nicht. Da aber auch jede von ihnen durch eine starke Erosion und Denundation der Glazialschotter der unmittelbar vorausgehenden Vergletscherung ausgezeichnet ist, können wir nach Analogie schliessen, dass sie der letzten Interglazialzeit ähnlich gewesen sein dürften.

III.

Wie sich die Bewegung der Schneegrenze von einer Eiszeit zur Interglazialzeit und hierauf wieder zur nächsten Eiszeit im einzelnen vollzog, ob sie stetig erfolgte oder von rückläufigen Bewegungen unterbrochen wurde, entzieht sich unserer Kenntnis. Immerhin wird das letztere wahrscheinlicher, wenn wir die Bewegung der Höhengrenzen während der letzten Eiszeit und des sich anschliessenden Zeitraumes bis zur Gegenwart verfolgen.

Am ganzen Nordsaum der Alpen hat sich gezeigt, dass der Maximalstand der Würm-Vergletscherung durch einen nicht unerheblichen Rückzug des Eises unterbrochen worden ist; diesen Rückzug hat Penck als Laufenschwankung bezeichnet. Er markiert sich im Endmoränengebiet und in der sich gebirgswärts anschliessenden Zone stratigraphisch durch das Auftreten ausgedehnter Glazialschotter, die von Moränen unterlagert und überlagert werden. In die so erwiesene Periode kleineren Gletscherstandes gehören einige Vorkommen von Schieferkohle, so das von Chambéry im Tale der Isère. In der Schweiz wie auch am Rheingletscher liessen sich ferner fast an jeder Gletscherzunge 2 Systeme von Endmoränen des Rückzuges erkennen. Ihre Beziehungen zu liegenden Schottern machen es wahrscheinlich, dass sie je das Ende eines Vorstosses markieren, der den Rückzug des Eises unterbrach. Der horizontale Abstand dieser Endmoränensysteme ist bei Gletschern, die infolge von Stau sehr starke Schwankungen aufweisen, überaus gross; so beträgt er am Rhonegletscher zwischen der äussersten Endmoräne der Würm-Eiszeit und der innersten Rückzugsmoräne rund 100 km, beim Linth- und Reussgletscher 17 km. Trotzdem ist die Differenz in der Höhenlage der Schneegrenze nur gering: nur 70 m höher als zur Zeit des Maximums der Würm-Vergletscherung lag letztere in der Schweiz bei Aufbau des innersten Systems der Rückzugsmoränen.

Dringen wir ins Alpengebirge selbst ein, so begegnen uns hier an vielen Stellen deutliche Endmoränen. Die Feststellung der Höhe, in der die Schneegrenze während ihrer Bildung lag, ergab, dass sie sich im ganzen Alpengebiet auf 3 Phasen oder Stadien verteilen, deren jedes durch eine Depression der Schneegrenze von ganz bestimmtem Betrag charakterisiert ist: das Bühlstadium, wie es Penck genannt hat, dem die Endmoränen im Rhonetal gleich oberhalb des Genfer Sees, diejenigen im Aaretal bei Thun, im Linthtal bei Uznach und Rapperswil angehören, durch eine Abweichung der Schneegrenze von der heutigen von rund 900 m, das Gschnitzstadium durch eine solche von rund 600 m und das Daunstadium durch eine von rund 300 m. Ein weiteres Stadium wurde nicht gefunden.[1]

---

1) Insbesondere fanden sich nirgends Spuren des von Fritz Frech aufgestellten Tribulaunstadiums (Zeitschrift d. D. u. Ö. Alpenvereins, 1903, S. 21), dessen Schnee-

Bemerkenswerterweise sind in vielen Fällen unter den Endmoränen dieser Stadien horizontale Schotter zu beobachten; an einigen Stellen treten in den letzteren Schieferkohlen auf. Daraus erhellt, dass die Endmoränen dieser drei Stadien die Endpunkte von neuen Gletschervorstössen bezeichnen.

Wie weit hatten sich die Gletscher vor jedem dieser Vorstösse ins Gebirge zurückgezogen, und wie hoch war die Schneegrenze hinaufgerückt? Die Antwort hierauf darf nur nach stratigraphischen Befunden gegeben werden. Der Inngletscher war in der Zeit vor dem Bühlvorstoss, welche Penck als Achenschwankung bezeichnet hat, um mindestens 90 km zurückgegangen. Bei Uznach lebte im Linthtal in 700 m Meereshöhe eine Waldvegetation, die später beim Bühlvorstoss verschüttet und vom Gletscher überschritten wurde. Die Schneegrenze kann hier zur Zeit der Achenschwankung nicht tiefer als bei 1700—1800 m gelegen haben, also höchstens 600—700 m unter der heutigen, während sie in der voraufgehenden Würm-Eiszeit 1200—1300 m und während des nachfolgenden Bühlvorstosses 900 m unter der heutigen lag. Diese Zeit kleineren Gletscherstandes hielt geraume Zeit an; denn das Gebirge wurde während derselben im Inntal um 3—4 m abgetragen. Dass ein erheblicher Rückgang des Eises auch dem Gschnitzstadium voranging, lehrt die Verbreitung von horizontalen Schottern unter den Gschnitzmoränen des Stubai, des Linthtales und der südlichen Walliser Täler. Die hohe Lage der Schneegrenze für die Zeit vor dem Daunvorstoss konnte Penck nach Funden fossiler Pflanzen auf dem Col de Lautaret in den französischen Alpen festlegen: die Pflanzenwelt trug damals in 2000 m Höhe ein etwas wärmeres Gepräge als heute, so dass die Schneegrenze etwas höher als heute gelegen haben dürfte.

So bedeutend und langdauernd auch die durch die Bühl-, Gschnitz- und Daunmoränen markierten Schwankungen der Gletscher und der Höhengrenzen sind, so gehören sie doch nach ihrer kürzeren Dauer wie nach ihrem kleineren Ausschlag einer anderen Grössenordnung an, als die weit längerenSchwankungen der Eiszeiten und Interglazialzeiten.

* * *

Überblicken wir die Gesamtheit unserer Ergebnisse, so erkennen wir, dass sich die Höhengrenzen in der Quartärzeit fortwährend auf- und abverschieben, oszillieren, und zwar in den ganzen Alpen in einheitlicher Weise. Dass diese Oszillationen ihre Ursache nur in entsprechenden Schwankungen des Klimas haben können, liegt auf der Hand, und zwar dürften in erster Reihe Schwankungen der Temperatur massgebend gewesen sein. Suchen wir dementsprechend nach der Lage der Höhengrenzen die Geschichte des Klimas der Quartärperiode gra-

grenzendepression 200 m betragen haben soll. Eine auf der österreichischen Spezialkarte vorgenommene Prüfung der von Frech dem Tribulaunstadium zugerechneten Moränen ergab deren Zugehörigkeit zum Daunstadium.

phisch darzustellen, so erhalten wir eine komplizierte Kurve, die durch Interferenz von Wellen verschiedener Länge entsteht. Da haben wir zunächst die längsten und wohl auch ihrer Amplitude nach grössten Schwankungen, die sich im Gegensatz der Eiszeiten und Interglazialzeiten äussern; schon von kürzerer Dauer sind die Schwankungen, die in den Rückzugsmoränen der Würm-Eiszeit zum Ausdruck kommen, sowie diejenigen, die zum Bühl-, Gschnitz- und Daunstadium führten. Jeder der in diesen Vorstössen abgesetzten Endmoränengürtel besteht nun aber selbst aus mehreren Endmoränenwällen und verrät so das Vorhandensein noch kürzerer Klimawellen. Berücksichtigen wir, dass für die historische Zeit Klimaschwankungen in einer etwa 35jährigen Periode nachgewiesen sind, mit denen möglicherweise noch solche von etwa 160 Jahren interferieren, so drängt sich uns die Tatsache auf, dass Klimaschwankungen in den verschiedensten Periodenlängen für die Quartärzeit charakteristisch sind. Was hierfür die treibende Kraft ist, das wissen wir heute freilich noch nicht; nur andeutungsweise sei darauf hingewiesen, dass sie in Schwankungen der Sonnenstrahlung zu suchen sein dürfte.

2.

Die Eiszeit in den Tropen.

Von

Hans Meyer.

Unsere Kenntnis von eiszeitlichen Erscheinungen in der Tropenzone ist noch jung. Bei der grossen Höhe der klimatischen Schneegrenze im Tropengürtel, die dort um ein Mittel von 5000 m schwankt, kann es in den Tropen, selbst bei vorläufiger Annahme einer diluvialen Schneegrenzendepression von 1250 m, wie sie im Mittel für unsere Alpen gilt, nur wenige Landstriche geben, wo eiszeitliche Reste erwartet werden können, und diese wenigen Gebiete sind schwer zugänglich. Es sind die hohen Gipfel der südamerikanischen Anden, die ostafrikanischen alten Vulkane Kilimandjaro und Kenia, das zentralafrikanische Runsorogebirge und vielleicht einige Berge im Innern Neu-Guineas, von denen man aber noch fast nichts weiss. Der Himalaya liegt schon nördlich

des Wendekreises. Es ist nach alledem erklärlich, dass bisher das Beobachtungsmaterial nur dürftig zusammengelaufen ist.

Fast alle bisherigen Beobachter haben sich auf die Mitteilung der in der Natur gesehenen Erscheinungen beschränkt, ohne daraus Schlüsse auf das eiszeitliche Phänomen selbst zu ziehen. Einzig WILHELM REISS hat in seinem 1903 erschienenen Ecuadorwerk aus seinen vor 30 Jahren in den ecuadorischen und columbischen Anden gemachten Beobachtungen eine Reihe von Folgerungen über das Wesen der einstigen viel grösseren Vergletscherung in den Anden abgeleitet. Und einige Jahre vorher hatte ich auf Grund meiner am Kilimandjaro angestellten Untersuchungen für die afrikanischen Tropen eine Deutung der diluvialen Gletscherspuren in meinem Kilimandjarowerk versucht.

Nachdem ich im vorigen Jahr in den Anden von Ecuador glazialen und besonders eiszeitlichen Studien obgelegen, fasse ich heute meine Resultate mit denen der früheren Beobachter aus tropischen Gebieten zusammen.

Von unserer Betrachtung müssen leider von vorn herein viele Angaben älterer und neuerer Reisender ausscheiden, weil sie bei der Bemessung der Höhen keinen Unterschied zwischen Schneegrenze und Gletschergrenze oder zwischen orographischer und klimatischer Schneegrenze machen. Gerade auf die Bestimmung der „klimatischen Schneegrenze“, die an der sog. Firngrenze gemessen wird, kommt es bei Beurteilung der eiszeitlichen wie gegenwärtigen Klimaverhältnisse an Zahlreiche Beobachter waren jedoch bemüht, die „wirkliche“ Schneegrenze zu bestimmen, d. h. den Grenzsaum der zusammenhängenden Firndecken zur Zeit ihrer grössten Abschmelzung. Dies ist in den Tropen ein gut brauchbares Maß, weil hier wegen der ausserordentlichen Stärke und Stetigkeit der Schmelzwirkungen und wegen des be den meisten dieser alten Vulkankegel noch sehr regelmässigen orographischen Baues die „wirkliche“ Schneegrenze mit der Firngrenze oder „klimatischen“ Schneegrenze grossenteils zusammenfällt.

Am Kilimandjaro reicht alter Gletscherboden rund 1000 m unter die heutige Gletschergrenze hinab (3800 m : 4800 m), die diluviale Firngrenze lag 500 m tiefer als heute (4900 m : 5400 m). Am Kenia beträgt die diluviale Depression der Gletschergrenze rund 900 m (3650 m : 4550 m), die der Firngrenze 450 m (4450 m : 4900 m). Am Runsoro lag die diluviale Gletschergrenze etwa 900 m unterhalb der jetzigen (3110 m : 4025 m), die Firngrenze etwa 600 m unterhalb der heutigen (4455 m : 5050 m Von allen drei äquatorial-afrikanischen Schneebergen haben wir also die übereinstimmenden Masse von 900 m bis 1000 m für die Depression der diluvialen Gletschergrenze und von durchschnittlich 500 m für die der Firngrenze.

Auf den Schneebergen der amerikanischen Tropenzone sind alte Gletscherspuren nur in Colombia, Ecuador, Peru und Bolivia wirklich gemessen worden. In Ostcolombia beträgt die diluviale Depression

der Gletschergrenze etwa 1000 m (3600 m : 4600 m), die der Firngrenze 500 m (4550 m : 5050 m). In Nordperu lag die diluviale Gletschergrenze etwa 950 m unter der heutigen (4100 m : 5050 m), in Bolivia etwa 1000 m (3940 m : 4930 m). Bei der Übereinstimmung dieses Masses mit dem in Ecuador, Colombia und Peru gefundenen darf man annehmen, dass auch die Depression der Firnlinie hier wie dort 5—600 m betragen hat.

Im Hochland von Bolivia hat CONWAY die Spuren von zwei diluvialen Glazialperioden, welche durch eine Interglazialzeit getrennt waren, nachgewiesen. Diese Beobachtung deckt sich mit den von mir in den Anden Ecuadors gemachten. In den ecuatorianischen Anden liegt die Firngrenze bei 4700 m bis 4800 m. W. REISS hat dort vor 30 Jahren an mehreren Stellen altes Gletscherterrain unterhalb der gegenwärtigen Gletschergrenze (4500 m) bis gegen 3900 m hinab, also ca. 600 m tiefer, gefunden. Ich selbst habe bei der Mehrzahl der untersuchten Schneeberge 6—800 m unter der heutigen Gletschergrenze alle Arten alter Glazialbildungen gesehen, am schönsten am Chimborazo, Altar, Quilindaña, Antisana. In den meisten der untersuchten Glazialtäler fand ich weit unter der rezenten Endmoräne drei in beträchtlichen Distanzen von einander entfernte Endmoränengürtel; ein Beweis, dass die Gletscher ihren Rückzug in drei Phasen ausgeführt haben. Der Rückzug dauert auch in der Gegenwart überall noch fort. Ferner sah ich, dass mehrere der alten Gletschertäler 150—200 m hoch über der flachen Talsohle an den seitlichen Talwänden von älteren Trogrändern durchzogen werden; jedes von ihnen ist ein „Tal im Tale“ (PENCK) und gegenüber den Nebentälern stark „übertieft“. Ein evidenter Beweis einer zweimaligen, durch eine Interglazialperiode getrennten Vergletscherung, wie sie auch CONWAY von Bolivia konstatierte.

In welches geologische Zeitalter sind diese beiden Glazialperioden zu verlegen? Die Zeitbestimmung ist einerseits durch das Alter der Schneeberge selbst gegeben. Diese hohen Vulkanberge Ecuadors, Colombias, Bolivias u. s. w. gehen in ihren Anfängen (wie auch die ostafrikanischen alten Vulkane Kilimandjaro und Kenia) auf den Ausgang des Tertiärs zurück. Ihre Hauptbildungszeit ist das Diluvium. Da aber die Vulkane erst ganz erloschen sein mussten, ehe ihnen die Gletscher so tiefe Spuren eingraben konnten, wie wir sie in Gestalt der erwähnten alten Glazialgebilde sehen, so werden wir nicht fehlgehen, wenn wir jene beiden Glazialperioden in das spätere Diluvium verlegen. Jünger als spätdiluvial können sie nicht sein, erstens ihres ganzen Habitus wegen, zweitens weil in dem offenbar interglazialen Löss der dortigen Hochebenen die fossilen Reste der ausgestorbenen südamerikanischen Diluvialfauna eingeschlossen sind, und drittens weil heute noch in der dortigen alpinen Region eine boreale Flora und Fauna lebt, die nach Ansicht der Pflanzen- und Tiergeographen im Diluvium auf der langen

Hochlandsbrücke der Anden und Cordilleren langsam von Norden nach Süden eingewandert sein muss, als eine niedrigere Temperatur das heute tropisch-heisse Isthmusgebiet und die Gebirgslücken in Zentralamerika für diese nordischen höheren Organismen passierbar machte.

Ebenso erklären sich in den vereinzelten alpinen Hochregionen Äquatorialafrikas, also auf dem Kilimandjaro, Kenia, Runsoro, grosse Bestandteile der Flora und Fauna als Relikten einer aus höheren Breiten gekommenen diluvialen Einwanderung. So erbringen schon die pflanzen- und tiergeographischen Verhältnisse in den Hochgebirgen der amerikanischen wie der afrikanischen Tropen den Nachweis einer diluvialen grossen Klimaschwankung, die natürlich auch in entsprechender Ausdehnung der Gletscher in den Hochregionen zum Ausdruck gekommen sein muss.

Fassen wir das Gesagte zu einem Gesamtbild zusammen: Die Hochgebirge der Tropenzone haben im späteren Diluvium eine Eiszeit gehabt, die auf mehreren dieser Berge in zwei, durch eine wärmere Interglazialzeit geschiedenen eiszeitlichen Perioden nachweisbar ist. Von der Kulmination der letzten eiszeitlichen Periode bis zur Gegenwart ist dort der Gletscherrückgang in drei durch verschiedene Endmoränengürtel gekennzeichneten Phasen erfolgt. Wo in der Tropenzone die Gestalt und Exposition der Berge der Firnansammlung und Gletscherbildung günstig ist, lag die Grenze der letzten diluvialen Vergletscherung 800 bis 1000 m tiefer als heute (z. B. am westlichen Kilimandjaro und am nordöstlichen Chimborazo); wo jene Bedingungen nicht vorhanden sind, betrug im Diluvium die Depression der Gletschergrenze nur 600 bis 800 m. (z. B. am östlichen Kilimandjaro und am Quilindaña); wo aber auf den jüngeren, wenig zerstörten und den klimatischen Elementen voll ausgesetzten Kegelbergen die Bildung von Gletscherzungen nur ganz minimal ist, so dass dort Eisgrenze und Firngrenze meist zusammenfallen (z. B. am westlichen Cotopaxi), da lag auch im Diluvium die Eisgrenze nur 5—600 m tiefer als heute. Damit ist, wie oben gezeigt, zugleich ein Maßstab für die „klimatische“ Schneegrenze gegeben. Sie liegt in Ecuador heute in mittlerer Höhe von 4700—4800 m, im Diluvium bei 4200 m. Denselben Wert erhalten wir für die diluviale Firngrenze und „klimatische“ Schneegrenze durch die Höhenlage der alten Kare. Die von mir im ecuatorianischen Hochgebirge beobachteten alten Kare haben eine mittlere Bodenhöhe von 4100 m, woraus sich die diluviale Firngrenze auf annähernd 4200 m ableiten lässt.

Wie die gegenwärtige Firngrenze der südamerikanischen Anden nicht gleichmässig vom Äquator nach Norden und Süden sinkt, sondern nordwärts bis nahe zum Wendekreis kaum merklich abnimmt, südwärts dagegen in Peru und Bolivia wegen des dortigen trockenen Klimas sogar noch bedeutend ansteigt (um dann von der südlichen Wendekreisgegend polwärts desto schneller zu sinken), so auch im Diluvium; aber mit

5—600 m Depression innerhalb der Wendekreise. Ausserhalb der Wendekreise jedoch nimmt polwärts das Maß der Depression der diluvialen Firngrenze gegenüber der heutigen Firngrenze zu: während im Tropengürtel die Depression der diluvialen Firngrenze 5—600 m beträgt, misst sie nach PENCK z. B. im sogenannten Grossen Becken Nordamerikas 1000 m, in den Pyrenäen 1100 m, in den Alpen 1300 m u. s. w. Das hängt sicherlich damit zusammen, dass das Klima damals wie heute in der ganzen Tropenzone von grosser Gleichmässigkeit der Wärme- und Niederschlagsverhältnisse gewesen ist, denn die Firngrenze ist eine Funktion des Klimas allein.

Die wunderbare symmetrische Anordnung der Firngrenze über den ganzen Erdball einschliesslich der Tropenzone in Gegenwart und Diluvium und die Gleichwertigkeit der diluvialen Schneegrenzendepression in klimatisch homologen, weit von einander entfernten Gebieten des Tropengürtels zeugt sowohl für die Gleichzeitigkeit der eiszeitlichen Erscheinungen auf der ganzen Erde, als auch dafür, dass die Eiszeit nur eine Steigerung des heutigen Gletscher erzeugenden Klimas war. Das hat A. PENCK schon früh ausgesprochen. Einer diluvialen Firnliniendepression von 5—600 m in den Tropen können wir eine mittlere Temperaturerniedrigung im Tropengürtel von 3—4 Grad gleichsetzen.

Aus der Gleichzeitigkeit der eiszeitlichen Erscheinungen auf der Erde, ferner ihrer Verbreitung über alle Zonen des Erdballes und ihres Verlaufes in mehreren durch Interglazialzeiten unterbrochenen Glazialperioden folgt unter anderem, dass die Ansichten irrig sind, welche für die alten Glazialgebilde eines Landes nur lokale Ursachen annehmen, und dass die Theorien nicht aufrecht zu erhalten sind, welche auf der Annahme eines Wechsels der Eiszeit zwischen Süd- und Nordhemisphäre beruhen. Es gilt jetzt vor allem, den Kreis der empirischen Erfahrungen in der Eiszeitkunde zu erweitern. Allem Anschein nach führen die sich neuerdings erfreulich mehrenden Beobachtungen zu einer Lösung der Eiszeitfrage, die mit kosmischen Vorgängen, und zwar wahrscheinlich mit grossen periodischen Schwankungen der Sonnenwärme, zusammenhängt.

3.

Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisgebiet.

Von

J. Partsch.

Wer die Grossartigkeit der bis an den Rand der deutschen Mittelgebirge und über die pontische Wasserscheide Osteuropas sich ausbreitenden nordischen Eisdecke der Diluvialzeit oder die einheitliche Vereisung des ganzen Alpengebietes sich vergegenwärtigt, wird vielleicht mit einer gewissen Geringschätzung den räumlich viel enger begrenzten Glazialerscheinungen der niedrigeren Gebirge Mittel- und Südeuropas gegenübertreten. Und doch gebührt auch ihnen ein ganz eigentümliches Interesse. Ihre Isolierung lässt mitten aus einer von Wetter und Wasser modellierten Umgebung den glazialen Formenschatz doppelt deutlich in die Augen fallen. Sie entrückte auch die meisten kleineren Eisfelder der Vorzeit so vollständig der Einwirkung grosser kontinentaler Eismassen, dass in ihnen ein ungestörtes Bild des klimatischen Zustandes eines Stückes der Erdoberfläche vor uns liegt und die Abstufung der klimatischen Unterschiede nach geographischer Breite und Länge innerhalb unseres Erdteils ungetrübt zur Geltung kommt. In der Vergleichung vieler selbständiger vergletscherter Berggruppen, von denen keine auf die anderen wirkt, jede nur die meteorologischen Daseinsbedingungen ihrer Umgebung widerspiegelt und wie ein Heliotrop den Blitz des eigenen Lichtes zu gegensätzlicher Betrachtung hinüberwirft zu den fernen Schicksalsgenossen, liegt der eigentümliche Reiz und der allgemeinere wissenschaftliche Wert dieser Studien.

Wer sie treibt, muss mindestens in einem Gebiet beobachtend ganz festen Fuss haben und von ihm aus Umschau halten über das ferner Liegende. Mein Wohnplatz hat mir diesen Standpunkt im Osten der europäischen Gebirgswelt angewiesen, in den Gebirgen meiner Heimat und den Karpaten. Ausserdem habe ich den Schwarzwald besonders aufmerksam durchwandert, nur flüchtigere Blicke geworfen auf den Böhmerwald, die Vogesen, das zentrale Frankreich, die Pyrenäen, die Apuanischen Alpen, die Abruzzen und die Berge Bosniens und der Herzegowina. Diese Ungleichmässigkeit der Beherrschung des weiten Studienfeldes werden auch die wenigen Bemerkungen nicht verleugnen, die ich dieser hochansehnlichen Versammlung vorzulegen die hohe Ehre habe.

Unseren Ausgangspunkt wählen wir in dem meerfernsten, kontinentalsten der europäischen Hochgebirge: in der Hohen Tatra. Zwischen Arva und Popper, Waag und Dunajec erhebt sich ein vielgestaltiges, in einem scharfen Hauptkamm gipfelndes Bergland, dessen Kern eine 45 km lange Urgebirgsmasse bildet. Im Gegensatz zu ihrer steilen Südfront umfängt die Nordseite ein eng anschliessender Kalkgebirgsgürtel. Dieser vorgewebte Saum sichert den Tälern der Nordseite eine längere Entwicklung. Demgemäss haben die diluvialen Gletscher des Nordhangs der Tatra auch zur Zeit ihres gewaltigsten Anwachsens nie den Charakter von Talgletschern abgestreift. Im Süden dagegen bricht der Felsenrahmen der kurzen Täler in so bedeutender Höhe ab, dass ein Sinken der Schneegrenze unter 1500 m zu einer zusammenhängenden Vereisung des Gebirgsfusses, zur Bildung eines wahren „Piedmountglacier“ führte. Das Werk dieser grossartigen flächenhaften Vereisung des südlichen Gebirgsfusses war eine mindestens 10—20 m, vereinzelt aber 40 m mächtige Grundmoränendecke, die allerdings nur teilweise bis zur Gegenwart sich erhielt. Vor den Ausgängen der Täler ward sie später durch deren Abflüsse zerstört, und in die breit ausgewaschenen Lücken, die hier sich öffneten, haben jüngere Talgletscher ihre Moränen und die Schotter ihrer Bäche eingefügt. Dank den lehrreichen Aufschlüssen der Klotildenstrasse kann man auf behaglicher Wagenfahrt von Höhlenhain bis zum Csorber See diesen Wechsel von Glazialgebilden verschiedenen Alters klar beobachten und am Kohlbach-, sowie am Botzdorfer Tale die scharfe Grenze und die weit verschiedene Beschaffenheit der in typischen Wallformen mit frischer Blockschüttung hervortretenden Jungmoränen neben den weit sich ausspannenden blockarmen Decken der alten, zu einer tief verwitterten Masse verbackenen Grundmoräne kennen lernen. Schon in diesen Fällen wird man den bedeutenden Altersunterschied der Altmoräne und der Jungmoräne gewahren und sich berechtigt fühlen, von einer grossen älteren, einer nur beschränktere Räume beherrschenden jüngeren Eiszeit zu reden. Besonders wichtig aber für die Befestigung dieser Einsicht ist das lehrreiche Profil des Felkatales, an den „Weissen Wänden“, die bis in weite Ferne aus der Südansicht der Tatra als lockende Aufschlüsse des Baus ihres Schuttfusses hervorleuchten.

Die überaus charakteristische Entwicklung der mächtigen tief verwitterten Grundmoräne der flächenhaften Vereisung des ganzen Gebirgsfusses bleibt auf die Südseite der Tatra beschränkt. Sie kehrt auf der Nordabdachung nicht wieder. Aber auch an deren Talgletschern ist die Unterscheidung weiter vorgeschobener älterer Moränen von bescheidener Mächtigkeit gesichert einerseits durch die Formlosigkeit einer nirgends zu scharfbegrenzten Wällen sich zusammenschliessenden Blockstreu, andererseits durch deren Ausbreitung auf Höhenstufen und Platten zwischen und über den erst später ausgetieften Talfurchen, in

welche die jüngeren Glazialgebilde sich einfügen. Nur die scharfe Unterscheidung der Moränen verschiedenen Alters erschliesst das rechte Verständnis der glazialen Geschichte des Bialkatales. Der anziehendste Punkt des Nordhangs aber für das Studium der zeitlichen Gliederung des Glazialphänomens ist die Umgebung von Zakopane. Dort scheiden sich 3 völlig verschiedene Stufen fluvioglazialer Gebilde. Es ist vielleicht nicht zu kühn, sie mit den üblichen alpinen Namen zu benennen:

1. die an die herrliche junge Moräne des Eisenhammers sich anschliessenden Niederterrassenschotter, die ins Bystretal sich einfügen und weiter abwärts die Kirche von Zakopane tragen,

2. die Hochterrassenschotter auf den 10 m hohen Rändern des Bystretalausgangs, flächenhaft weit über das Vorland des Gebirges verbreitet,

3. die Deckenschotter, 60 m hoch über dem Bystretal, nur vereinzelt erhalten auf der langen schmalen Höhenplatte der Jantolówka.

Das ist der einzige Punkt, an dem ich von einer 3maligen Wiederkehr des Glazialphänomens eine Andeutung aufzuspüren vermochte. Sonst gelang überall nur die Scheidung zweier Eiszeiten. Überall waltet zwischen ihnen dasselbe Verhältnis. Während man altglaziale Bildungen suchen muss und nur in trümmerhafter, formloser Erhaltung findet, drängt das Werk der letzten Vergletscherung in den beherrschenden Zügen des Landschaftsbildes so klar sich auf, dass die photogrammetrisch aufgenommene neue Detailkarte (1:25000) die Begrenzung der Moränenfelder unverkennbar wiederzugeben pflegt.

Wir übersehen genau die Dimensionen der jüngeren Gletscher, oft auch ihre Mächtigkeit, und können ihre langen, schuttreichen Zungen in der Vorstellungskraft wieder aufleben lassen, mag ein See seine spiegelnde Fläche in den Hohlraum des Zungenbeckens eingelegt haben oder nur ein mooriger Wiesengrund noch dies limnische Übergangsstadium als überwunden verbürgen. Die Streu von mehr als 100 Seen, die wie dunkle Augen zum Gipfelwandrer heraufblicken, umschliesst alle denkbaren Typen echter Moränenseen; aber die Mehrzahl der Meeraugen sind Felsbecken, ausgeschürft durch die Glazialerosion auf dem Boden von Karen, deren mustergültige Entwicklung das Leitmotiv in der Formgebung der Hochregion ist. Die gesellige Vereinigung mehrerer Kare über einander zu Kartreppen ist im Stufenbau der Tatratäler eine gewöhnliche Erscheinung, nicht minder die Übertiefung der trogförmigen Haupttäler, über denen Nebentäler „schwebend“ in bedeutender Höhe abbrechen. Das Studium der Moränen der jüngeren Eiszeit führt meist zur Unterscheidung dreier Hauptstadien des Gletscherrückzugs. Die Lage der untersten Moränen und der Überblick der ganzen Ausdehnung des Gletschers, der sie aufschüttete, gestatten einen Schluss auf die tiefste Lage der Firngrenze in dieser letzten, für die Physiognomie des Gebirges besonders entscheidenden Eiszeit. Diese Firn-

grenze kann durchschnittlich nicht über 1500 m gelegen haben. Von der Grösse dieser jüngsten Gletscherentwicklung in der Tatra und den mit ihr unmittelbar zusammenhängenden Liptauer Alpen mag die Tatsache eine Vorstellung geben, dass hier ein zusammenhängendes Gebiet von mehr als 360 qkm von Firn und Eis bedeckt war und die Zahl der Talgletscher erster Ordnung auf 27 stieg. Der grösste unter ihnen, der von 3 Tälern gespeiste Bialkagletscher, hatte eine Firn- und Eisfläche von 52 qkm, stand also etwa in der Mitte zwischen den Dimensionen des Gorner Gletschers und des Eismeeres von Chamonix.

Mit dem Gesamteindruck der diluvialen Vereisung der Tatra steht es im Einklang, dass von allen umliegenden Gruppen des Karpatensystems bisher einzig die zwischen Waag und Gran ihr südlich gegenüberliegende Niedere Tatra zweifellose Gletscherspuren aufweist. In den Nordtälern des Djumbir (2045 m) reichen die Moränen bis 900 m herab und verbürgen eine Firngrenze von 1500 m Höhenlage. Wie Nachbilder der Gletscher der Vorzeit leuchten aus den wilden Felsenkaren dieses Gebirges im Frühsommer mächtige Schneefelder in das Land hinaus.

Durch ihre Lage eignen sich diese Kare des Nordwestflügels der Karpaten vortrefflich zum Ausgangspunkt der Stufenfolge, in welcher wir die Fläche der Firngrenze der letzten Eiszeit südwärts emporschweben sehen gegen das Balkanland, während sie in westlicher Richtung tiefer und tiefer hinabsinkt gegen den Ozean. Die kleinen an die Hochgipfel um die Quellen von Theiss und Szamos gehefteten Gletscherspuren führen uns zunächst über zu dem diluvialen Gletschergebiet der Transsylvanischen Alpen, deren glaziale Vergangenheit F. W. Paul Lehmann entdeckt und für jeden in dieser Frage Urteilsfähigen so überzeugend erwiesen hat, dass seinen Nachfolgern de Martonne, Loczy und Mrazec nur die genauere Begrenzung, der Nachweis des Übergreifens auf den Südhang und die speziellere Darstellung und zeitliche Gliederung der Erscheinungen vorbehalten blieb. Über dem ganzen südlichen Rahmen Siebenbürgens liegen um die höchsten Bergzinnen verteilt 14 kleine Gletschergebiete der Vorzeit, die grössten im Fogarascher Gebirge, im Pareng und Retiezat, unzweideutig gekennzeichnet durch Kare, kleine Hochseen, Moränen, die vereinzelt bis 1500 m herabreichen. Die Schneegrenze der jungen Eiszeit scheint in 1850 bis 1900 m Höhe gelegen zu haben, 3—400 m höher als in der um 4° nördlicheren Tatra. Gehen wir noch 3 Breitengrade weiter nach Süden, so rückt sie im Rilagebirge Ostrumeliens (2930 m) auf mindestens 2100 m empor, und wenig verschieden, aber etwas niedriger wird ihre Höhenlage für das Piringebirge (2680 m) Makedoniens, den Orbelos der Alten, angegeben. Cvijic, dem wir die eingehende Darstellung der früher nur geahnten Eiszeit der Rila verdanken, hat neuerdings eine Übersicht über die Fortschritte der Glazialforschung auf der Balkan-

halbinsel gegeben. Er verkennt nicht die Schwierigkeit, die Erscheinungen der einzelnen Gebirge unter zutreffender Berücksichtigung der Unterscheidung mehrerer Eiszeiten richtig in Parallele zu setzen, aber — auch wenn man diese Unsicherheit noch so hoch anschlägt — bleibt ein schon von Penck betontes Hauptergebnis jedem Zweifel entrückt: das auffallend starke Herabsinken der eiszeitlichen Schneegrenze westwärts mit der Annäherung an die Adria. Gerade in dem Gebiet, welches in der Gegenwart die stärksten atmosphärischen Niederschläge des ganzen europäischen Festlandes empfängt, über dem Hintergrund des Golfes von Cattaro unter $42^{1}/_{2}{}^{0}$ n. Br., hat Penck Moränen in weniger als 1000 m Meereshöhe entdeckt; am Hange des kaum 1900 m hohen Orjen. Sie setzen eine Schneegrenze von 1400 m Höhe voraus. Vereint mit ihnen geben die nördlicher in den Gebirgen der Herzegowina und Dalmatiens in überraschend tiefer Lage entdeckten Glazialspuren den unwiderleglichen Beweis, dass schon das Klima der Diluvialzeit hier unter demselben Gegensatz eines relativ warmen Meeres und steiler Uferberge stand, der heute dies Bergland mit den kräftigsten Regen- und Schneefällen des ganzen Erdteils überschüttet.

Dies Niederschweben der Fläche der eiszeitlichen Firngrenze von Rumelien durch Bosnien und Montenegro bis an den Saum der Adria ist eine auf engerem Raum ausdrucksvoll gesteigerte Wiederholung des weiter nördlich längst klar erkannten Verhältnisses zwischen den kontinentalen Gebirgen Mitteleuropas und den der ozeanischen Einwirkung näher gerückten Gebirgen Westdeutschlands und Frankreichs. Schon in den Sudeten rückte die Vergletscherung etwas tiefer herab. Die lange nur nach den Terrainformen geforderte diluviale Vergletscherung des Altvatergebirges ist diesen Sommer erwiesen worden durch Entdeckung einer Stirnmoräne im Kessel unter der Hohen Heide auf einer botanischen Exkursion meines Freundes Professor Pax, und die drei Phasen der jüngeren Eiszeit angehörigen Gletscherspuren des Riesengebirges sind so genau bekannt, dass für ihre Maximalentwicklung eine Firngrenze von etwa 1050 m Höhe als befriedigend erwiesen gelten kann. Wahrscheinlich werden sich auch Ablagerungen der älteren grossen Eiszeit hier erkennen lassen, von denen zuverlässige Spuren bisher noch nicht erwiesen wurden. Während im Sächsischen Erzgebirge und im Harz nur sehr beschränkte Gletscherspuren auftreten, die aber ein Sinken der diluvialen Firngrenze nordwestwärts ausser Zweifel rücken, ist das südwestliche Deutschland ein klassischer Boden der Glazialforschung geworden. Im Böhmerwalde ist die Vorstellung von der Verbreitung und Ausdehnung kleiner, durch dunkle Seen ersetzter Kargletscher heute ungefähr wieder auf dieselben Grenzen zurückgeführt, die meine Untersuchung 1881 gezogen hatte. Die kühnen Vermutungen über riesige Talgletscher hat Pencks Nachprüfung schnell ins Schattenreich verwiesen.

Ein Schauplatz unentschiedenen Ringens führender Geister ist heute die Rauhe Alb und der ganze Rand des Rieskessels. So täuschend ähnlich die Schliffe anstehenden Gesteins und loser Geschiebe echten Gletscherwirkungen sind, ist doch noch keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen, dass hier ganz andere, für grosse Massenverschiebungen geeignetere Kräfte in Wirksamkeit gewesen sind.

Je weniger ein mit diesem viel umstrittenen Felde nicht näher Vertrauter in dieser schwierigen Streitfrage sich zu einem Urteil berufen fühlen kann, desto dringender ist für ihn die Forderung, in unmittelbarer Nachbarschaft sich einen festen Standpunkt für die eigenen Anschauungen zu suchen. Der Schwarzwald ladet dazu besonders ein. Das neuste Stadium seiner überaus merkwürdigen glazialen Erforschungsgeschichte beherrschen Gust. Steinmanns ergebnisreiche Untersuchungen. Sie waren methodisch bedeutsam durch den Vorschlag einer Erweiterung der Kriterien für die Wiedererkennung glazialer Vorgänge ferner Vergangenheit. Moränen und Gletscherschliffe sind leicht vergängliche Gebilde. Wo sie zerstört sind, bieten — wie Penck und andere schon erprobten — die im Anschluss an die vormaligen Endmoränen aufgeschütteten, in Terrassen zerschnittenen Ablagerungen des Gletscherbachs einen vertrauenswerten Ersatz. Das obere Ende solcher Terrassen bezeichnet annähernd die Lage einer schon zerstörten, völlig verschwundenen Moräne. Aber Steinmann geht weiter. Auch die Talform, der Wechsel zwischen weiten Becken, in denen die Zunge eines Gletschers Raum fand, und engen Schluchten, wie sie ein Gletscherbach einschneiden konnte, kann bisweilen einen Fingerzeig für die Lage alter Gletscherenden geben. Untrüglich sind solche Merkmale nicht. Die Erfahrung hat bereits gelehrt, dass sie hier und da vortreffliche Dienste leisten können in der Hand eines umsichtigen Forschers, dass sie aber zu bedenklichen Ergebnissen führen, wenn andere sich ihrer bemächtigen.

Auch im südlichen Schwarzwald sind mehrere Vergletscherungen unterscheidbar. Für die Altersbestimmung der älteren bietet am Rheintal das Zusammentreffen mit den eiszeitlichen Moränen und Schotterterrassen alpiner Gletscher einen wertvollen Anhaltspunkt; im Innern des Gebirges aber sind die Spuren der älteren Eisperioden verwischt; hier beherrschen die Wirkungen der jüngsten Gletscherentwicklung das Landschaftsbild. Für das Wutachgebiet hat eine vortreffliche Abhandlung Steinmanns sie am besten überblickt. Die von ihm durchgeführte Unterscheidung von drei durch Endmoränen bezeichneten Phasen der letzten Eiszeit lässt sich mit voller Sicherheit auch in anderen Fällen verfolgen. Das Hauptinteresse knüpft sich an die erste der drei Phasen, an die Lage der tiefsten, am weitesten vom Feldberg, dem Ausstrahlungszentrum aller Eisströme, entfernten Endmoränen, die Denksteine der grössten Entfaltung der jüngsten Eiszeit. Den von Stein-

mann gebotenen Daten für das Ende der Gletscher in den Tälern von Gutach und Haslach in 850 und 830 m Höhe kann ich nun folgende hinzufügen. Der alte Schluchseegletscher endete, ins Mettmatal eingetreten, an der Schaffhauser Säge (850 m), der Albgletscher nach erstaunlicher Ausbreitung über die beiderseitigen Hochflächen bei Niedermühl (620 m), der Wehragletscher bei Todtmoosau (in ungefähr 700 m), der Wiesegletscher oberhalb der Terrassen von Schlechtnau (630 m). Dies Herabsteigen der Gletscherenden in immer tiefere Lage, je weiter wir, von der Ostseite des Schwarzwaldes ausgehend, den südöstlichen Quadranten seines Massivs umwandern, weist deutlich darauf hin, dass wir das Äquivalent der berühmten Jungmoränen des Wasgenwaldes bei Wesserling und Kirchberg, die nur 460 m hoch liegen, im Schwarzwald keineswegs allenthalben, rings um seinen Rand, im selben Niveau zu suchen haben, sondern dass — wie es von vorn herein zu erwarten war — die Himmelsrichtung der Auslage in der Abstufung der Vergletscherung eine bedeutende Rolle gespielt hat. Demnach wird man auch die Frage nach der zugehörigen Schneegrenze nicht auf einen Schlag für das ganze Gebirge beantworten können, sondern schrittweise von Tal zu Tal. Sie bei Talgletschern tiefer zu legen als das Gletscherende, wie Steinmann es im Wutachgebiet versucht, ist ganz unmöglich, mit dem Begriff der Firngrenze unvereinbar. Man darf in diesem Talgebiet statt der vorgeschlagenen 800 (oder gar 750) m den Satz von 950 m getrost als einen Minimalwert betrachten.

Diese Wahrnehmung in einem Tale, das auf der Ostseite im Regenschatten des Massivs sich öffnet, weckt nur bescheidene Erwartungen über die Ausdehnung der jüngsten Vergletscherung in dem nördlichen, weit niedrigeren Teile desselben Gebirges. Diese Erwartungen werden übertroffen; denn nicht nur hochliegende Karseen, wie der Mummelsee und der Wildsee, sind von Endmoränen gestaut, sondern — wie Sauer zuerst darlegte — sind auch tiefer liegende halbvermoorte Weiher, wie der 772 m hohe Ellbachsee am Kniebis und sogar der erloschene Alte Weiher in nur 656 m Höhe an einem in 840 m Höhe gipfelnden Kamme, alte Moränenseen. Aber bei dem Überblick der weit verschiedenen Höhe der Karböden im Schwarzwalde wird man sich hüten müssen, schematisch eine Reihe von Höhenstufen der Kare zu unterscheiden und als ebenso viele Altersstufen in die Phasen der jüngsten Vergletscherung einzureihen. Gerade stark beschattete Kargletscher können auch unter der allgemeinen Firngrenze vorkommen und bieten ihrem ganzen Wesen nach für deren Bestimmung einen wenig sicheren Anhalt. Die vorliegenden Angaben aber über grosse Talgletscher im nördlichen Schwarzwald vermochte ich, soweit meine Nachprüfung sich erstrecken konnte, in der Regel nicht zu bestätigen. Von Regelmanns zahlreichen Beobachtungen in dieser Richtung möchte ich nur die Mittelmoräne der Insel an der Kniebisstrasse in etwa 800 m Höhe — auch diese nicht

ohne einiges Bedenken — gelten lassen, keineswegs seine Moränen bei Wildbad. Namentlich aber ist es Zeit, dass nach Ecks vollkommen treffender Untersuchung die von Agassiz verkündete „schöne Moräne von Geroldsau“ in nur 280 m Höhe aufhört, als Eckstein des Glaubens an eine tief herabgehende Vereisung des nördlichen Schwarzwalds zu gelten. Sie ist ein Musterbeispiel einer Talstrasse.

Nach diesen Eindrücken im nördlichen Schwarzwald möchte ich mir einige Zurückhaltung auferlegen in der Anerkennung der Mitteilungen über Glazialspuren in Haardt, Odenwald und Spessart. Einer ihrer Hauptvertreter, Professor Klemm-Darmstadt, ist neuerdings selbst von dieser Auffassung zurückgekommen. Fielen diese Annahmen weg, dann würde das Bild der Eiszeit der oberrheinischen Gebirge ein einheitlich harmonisches werden. Die seit lange sehr gründlich durchforschten und noch durch neue Beobachtungen der elsässer und der französischen Geologen klar beleuchteten Vogesen zeigen zweifellos die Vergletscherung der jüngeren Eiszeit, der einzigen voll übersehbaren Glazialperiode, wesentlich grossartiger entwickelt als der Schwarzwald. Dieser hat dem 50 km langen, seinen Talrahmen mehrfach überflutenden Moselgletscher nichts Vergleichbares gegenüberzustellen. Die Schneegrenze der jüngeren Eiszeit wird hier in 800 m Höhe, vereinzelt noch etwas tiefer gelegen haben. Beim Schritt aus dem Rheintal hinüber auf den Westhang des Wasgenwaldes gewahrt man, wie in der Niederschlagsverteilung der Gegenwart, so in dem Eismantel der Vorzeit unverkennbar die Annäherung an die ozeanische Klimaprovinz, der die Gebirge des zentralen Frankreichs bereits angehören.

Über das diluviale Eisdiadem seiner alten Vulkane weiter zu schreiten bis in den Süden und Südwesten des Erdteiles, hiesse den vorgezeichneten Rahmen dieses kurzen Vortrags sprengen, würde aber den Gesamteindruck des europäischen Eiszeitphänomens nicht wesentlich ändern. So viel im einzelnen noch genauerer Bestimmung harrt, befestigt sich doch, wie mir scheint, im allgemeinen die Überzeugung, der ich vor 22 Jahren Ausdruck gab: „In Mitteleuropa waren zwar nicht die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse selbst, wohl aber ihre Abstufungen von Land zu Land zur Eiszeit den heutigen ähnlich. Es herrschte dieselbe klimatische Harmonie, nur einige Oktaven tiefer.“ Auch der damals zuerst gewagte Versuch einer Schätzung des Betrages, um den die Schneegrenze der Gegenwart über die eiszeitliche emporgerückt ist, würde mich heute wieder zu dem Ergebnis führen, „dass die eiszeitliche Depression der Schneegrenze unter ihre heutige Höhenlage im ozeanischen Westen viel bedeutender war als im kontinentalen Osten.“ Trotz dieses festen Beharrens der allgemeinen Ergebnisse wäre es voreilig, den Wert des auf diesem Studienfelde Gewonnenen zu überschätzen. Wenn der erste Redner der heutigen Sitzung am Ende der langjährigen alpinen Untersuchungen uns teilnehmen liess an einem fröh-

lichen Erntefest und nachher es uns vergönnt war, zu dem kühnen Pionier der Glazialforschung in den Hochgebirgen der Tropen bewundernd aufzusehen, so ruht auf der Zusammenfassung des heutigen Standpunktes der Studien in Mitteleuropas kleineren Gebirgen weder der Zauber entschleierter Reize einer jungfräulichen Eiswelt, noch der beruhigende Eindruck eines gesicherten Abschlusses. Gerade in der Auffassung des eiszeitlichen Zustandes der deutschen Mittelgebirge gehen die Forscher der Gegenwart noch weit auseinander. Der von einem so ausgezeichneten Beobachter, wie Gustav Steinmann, vertretene grossartige Gedanke, in der grossen Eiszeit habe es zwischen dem nordischen und dem alpinen Landeise keinen Fleck eisfreien Bodens gegeben, schafft einen Horizont, in den die räumlich beschränkten Ergebnisse meiner Einzeluntersuchungen durchaus nicht hineinpassen wollen. Vielleicht wird es erst einer anderen Generation vergönnt sein, die heute noch bestehenden Gegensätze der Auffassung durch eine überzeugende Auflösung zu versöhnen. Die Kunst ist lang, und das Leben, das arbeitet und ringt, sprosst ewig von neuem.

Diskussion.

Professor Dr. Pax-Breslau:

Meine Herren! Herr Kollege Partsch hat soeben darauf hingewiesen, dass auch in den Ostkarpaten eine Vergletscherung nachgewiesen ist. Ich hatte in den letzten Jahren Gelegenheit, dieses Gebiet, das von Geographen so wenig besucht wird, wiederholt zu durchwandern, und konnte nicht nur die Beobachtungen, die von österreichischen Forschern (Paul und Tietze) angestellt worden sind an der Czarnà Hora, sondern auch die Beobachtungen, die Paul Lehmann am Ineu (Kuhhorn) gemacht hat, vollauf bestätigen. Aber gerade diese Gipfel sind es nicht, an denen das glaziale Phänomen besonders schön in die Erscheinung tritt, sondern es ist der zerklüftete Gipfel des Verfu Pietrosz, dann weiter im Westen das Gebiet des Galacz-Stockes. Da mahnen die Formen der Seen in auffallender Weise an die Hohe Tatra, und man wird bei der Besteigung des Pietrosz mit seinen Wällen und noch erhaltenen Meeraugen sehr lebhaft an die Hohe Tatra erinnert. Es ist eine merkwürdige Tatsache, dass in dem wenig südlicher liegenden Ceahlau in der Moldau es mir nicht gelungen ist, Spuren einer diluvialen Vergletscherung zu sehen. Ich will noch hinzufügen, dass, wie in den Südkarpaten, auch hier die Reste der ehemaligen Vergletscherung in den auf der Nordseite gelegenen Tälern erscheinen,

und möchte noch betonen, dass der Rückzug der Gletscher in den Rodnaer Alpen sich ganz gewiss in 2 Phasen vollzogen hat. Es lassen sich dort zwei Zonen von Endmoränen unterscheiden; die eine liegt bei etwa 1500 m, die obere Zone bei 1800—1850 m Höhe. Das ist das, was ich kurz mitteilen wollte, um als Nichtgeograph die Aufmerksamkeit zu lenken auf ein Gebiet, das immerhin, wenn auch nicht so schön wie die Hohe Tatra, Spuren diluvialer Vergletscherung zeigt.

Professor Dr. Brückner-Halle a. S.:

Wenn ich mir erlaube, das Wort zu ergreifen, so geschieht es zu einer Bemerkung über eine Äusserung des Herrn Geheimrat Partsch, eine Äusserung, der ich etwas widersprechen muss. Herr Partsch hat in so liebenswürdiger Weise Pencks und meiner Arbeit gedacht und dabei seine eigene Arbeit der unsrigen gegenüber verkleinert. Ich bitte Sie nun, die Karte zu betrachten! Nehmen Sie einerseits das Areal der Alpen und andererseits das Areal von den Karpaten, dem Riesengebirge bis hin zum Schwarzwalde, fassen Sie das alles zusammen! Das ist ein Arbeitsfeld, dessen Weite die des unseren entschieden bedeutend übertrifft. In den Alpen haben wir es mit grossen, gewaltigen Gletschern zu tun. Ein grosser Gletscher hat viel einfachere Verhältnisse, ist viel leichter festzustellen als diese so kleinen Gletscher in den Mittelgebirgen. Daher hat sich ja unsere Arbeit in den Alpen in der Richtung nach Osten zu immer mehr vergrössert und erschwert. Und mit so komplizierten und erschwerenden Verhältnissen hat Herr Geheimrat Partsch bei seinen Untersuchungen in den Karpaten und im Riesengebirge u. s. w., wo nur kleine Gletscher bestanden, durchweg zu kämpfen gehabt. So war seine Arbeit in jeder Beziehung die mühsamere. Umsomehr müssen wir ihm Dank für deren glänzende Durchführung zollen.

Vorsitzender:

Wünscht jemand noch das Wort zu einer Frage in der Sache? Da dies nicht der Fall zu sein scheint, so schliesse ich die Sitzung mit tief gefühltem Danke an die Herren, welche uns heute die lichtvollen Vorträge gehalten haben. Diese Vorträge sind entstanden aus tüchtiger praktischer Arbeit, wie jeder einzelne dieser drei Herren beigetragen hat, die Ansicht und das Wissen über Gletscherkunde zu verbreiten. In der Tat hat selten eine Versammlung so Sachliches z hören bekommen wie im vorliegenden Falle, und ich glaube in aller Namen zu sprechen, wenn ich diesen drei Herren nochmals den herzlichsten, tiefgefühlten Dank ausspreche.

(Schluss der Sitzung 5 Uhr 20 Minuten.)

III.

Gemeinschaftliche Sitzung der medizinischen Hauptgruppe.

Donnerstag, den 22. September, nachmittags 3 Uhr.
Vorsitzender: Herr Geheimrat v. Mikulicz-Breslau.

Die Sitzung fand in der Königl. Chirurgischen Klinik statt. Den Verhandlungsgegenstand bildeten 1. Die Leukocyten, 2. Die eosinophilen Zellen.

Referate über das erste Thema hatten die Herren Prof. Dr. E. Grawitz, dirigierender Arzt der inneren Abteilung des Krankenhauses Charlottenburg-Westend, und Prof. Dr. M. Askanazy-Königsberg i. Pr. übernommen, über das zweite Thema Herr Geh.-Medizinalrat Prof. Dr. Ehrlich-Frankfut a. M.

1.

Die farblosen Zellen des Blutes und ihre klinische Bedeutung.

Von

E. Grawitz.

Die farblosen Zellen des zirkulierenden Blutes befinden sich in einem intermediären Stadium. Fern von dem Ort ihrer Entstehung und zum Teil noch in der Entwicklung begriffen, unterscheiden sie, die dauernd in Bewegung sind, sich von den ansässigen Elementen des Körpers, den stabilen Gewebszellen, sie gleichen den Wanderburschen auf der Strasse, welche fern von der Heimat ungern ihr Nationale und die Art ihrer Tätigkeit verraten, und bereiten dadurch dem Untersucher die grössten Schwierigkeiten.

Diese Schwierigkeiten beziehen sich auf jeden einzelnen Punkt in der Biologie dieser Zellen, nämlich auf ihre Herkunft, auf ihre Morphologie und Entwicklung, auf ihre Funktionen und Bedeutung für den

Organismus, und noch niemand hat sich mit diesen kleinen Lebewesen beschäftigt, der sich nicht der grossen Schwierigkeiten voll bewusst geworden wäre.

Diese nun zu überwinden, hat man die Lücken in der Erkenntnis der vielen hier in Frage kommenden Probleme durch Hypothesen ausgefüllt, und die Klinik, welche doch die letzten und wichtigsten Konsequenzen aus diesen Lehren ziehen soll, ist in Gefahr, Hypothesen für Tatsachen zu acceptieren und Schlüsse in die Praxis zu übertragen, die, wie wir sehen werden, direkt bedenklich werden können.

Dieser Gefahr muss dadurch begegnet werden, dass ohne Voreingenommenheit die realen Grundlagen unserer Kenntnis von den Leukocyten untersucht, dass ferner die Konsequenzen derselben auf ihre Richtigkeit an einem grossen klinischen Beobachtungsmaterial geprüft werden, und von diesen Gesichtspunkten aus habe ich die schwierige Aufgabe, welche mir hier gestellt worden ist, zu übernehmen gewagt, da ich seit längeren Jahren bei einem sehr grossen Krankenbestande kaum einen irgendwie bemerkenswerten Fall durchgelassen habe, bei dem nicht das Blut und speziell die Leukocyten beobachtet worden wären, so dass ich hierin eine gewisse Legitimation für meine Aufgabe erblicken darf.

Die ersten genaueren morphologischen Untersuchungen an den Leukocyten wurden von Max Schultze (1867) am erwärmten Objekttische ausgeführt, und schon dieser Autor unterschied die homogenen kleinen einkernigen Formen von grösseren, mehrkernigen mit feingekörntem und grobgekörntem Protoplasma, zwischen denen er wiederum Übergangsformen annahm. Gleichzeitig gab Schultze an, dass die grossen granulierten Formen aktiv beweglich seien, die kleinen Lymphocyten dagegen dieser Eigenschaft ermangelten, eine Angabe, die bis in die neueste Zeit als Axiom gegolten hat, obschon bereits wenige Jahre später (1875) von Ranvier die Bewegungsfähigkeit der Lymphocyten an der Ductus-Lymphe mit Sicherheit nachgewiesen wurde, eine Tatsache, die neuerdings von Jolly, A. Wolff, H. Hirschfeld u. a. für die Lymphocyten des menschlichen Blutes bestätigt worden ist.

Auch Virchow unterschied einkernige und mehrkernige Leukocyten. Er liess die letzteren aus den einkernigen hervorgehen, ohne indessen genauere Details über das Wie und Wo dieser Umwandlung zu geben.

Während sich das Interesse der Histologen seit der Cohnheimschen Entdeckung über die Emigration der Leukocyten hauptsächlich auf die Bedeutung dieser Zellen bei den aktiven Entzündungsprozessen der Gewebe konzentrierte, erhielt das Studium der im Blute zirkulierenden Leukocyten eine bedeutsame Förderung durch die Ehrlichschen Färbemethoden, mittels deren es möglich wurde, die einzelnen Teile der Zelle in einer äusserst distinkten Weise mit Farbstoffen von verschiedener Reaktion zu differenzieren.

Die Prinzipien dieser Färbungen sind heute zum wissenschaftlichen Gemeingut geworden, und es soll hier nur in Kürze hervorgehoben werden, dass in den angewandten Farbstoffen ein basisches, ein saures und ein neutrales Prinzip, entweder jedes für sich oder kombiniert, wirksam sind, mit denen sich gewisse Teile der Zellen in elektiver Weise färben.

Mittels dieser kombinierten Färbemethoden kann man an getrockneten und fixierten Blutpräparaten nach dem Vorgange von Ehrlich unschwer die drei bekannten Haupttypen der normalen Blut-Leukocyten unterscheiden, nämlich die kleinen und grösseren Lymphocyten, charakterisiert durch ein homogenes, basophiles Protoplasma und einen grossen, intensiv färbbaren Kern, ferner die grösseren Formen der vielkernigen Zellen mit feiner, neutrophiler Körnung (polynukleäre neutrophile Leukocyten) und die vielkernigen, ebenfalls grossen Zellen mit grober oxyphiler Körnung, die sogenannten eosinophilen Zellen, während basophil granulierte Zellen (Mastzellen) nicht zu den normalen Bestandteilen des Blutes gehören.

Über diese Erscheinungen besteht volle Übereinstimmung, die Nomenklatur dieser Zellen ist allenthalben acceptiert, und es ist ein grosser Vorteil für die internationale Verständigung geschaffen, da jedermann in der Lage ist, bei Anwendung einer der von Ehrlich angegebenen Farbgemische alle diese Typen mit Sicherheit zu erkennen.

Seit der Einführung der Färbemethoden beherrscht die chemische Reaktion alle neueren Studien an den Leukocyten, und zwar dient sie nicht nur zu formalen Unterscheidungen der einzelnen Zellen, sondern was das Wichtigste ist: diese so leicht auszuführenden färberischen Differenzierungen haben unter Ehrlichs Führung zu einer scharfen systematischen Klassifikation der Leukocyten in Bezug auf ihre Entstehung, Entwicklung und Bedeutung geführt, wobei als ausschlaggebende Kriterien:

1. die Kernformation,
2. die Beschaffenheit des Protoplasmas (homogen oder granuliert),
3. die Farb-Affinität der verschiedenen Granula angesehen werden.

Gegenüber der älteren, allerdings wenig sicher fundierten Annahme von Virchow, dass die einkernige Leukocytenform eine Vorstufe der mehrkernigen, granulierten Formen sei, betont Ehrlich mit grösster Bestimmtheit und stellt als Grundstock seines Lehrgebäudes den Satz auf, dass die Lymphocyten vollständig von den granulierten Formen zu trennen sind, völlig differente Gebilde darstellen, die nie in die mehrkernige Form übergehen. Die Lymphocyten stammen nach ihm aus dem ganzen lymphatischen System des Körpers, einschliesslich der Milz. Die mehrkernigen Formen haben ihre Vor-

stufen in den einkernigen granulierten Zellen des Knochenmarks und stammen nur von diesen. Die Granula selbst sind nach Ehrlich spezifische sekretorische Produkte der Zelltätigkeit, jeder Leukocyt produziert nur eine spezifische Sorte von Granulis, welche somit als Stoffwechselprodukte aufzufassen sind, lediglich bestimmt zur Ausscheidung und gewissen Funktionen, die wir weiterhin besprechen werden.

Noch in einer anderen Weise sind neuerdings Differenzen im Chemismus der einkernigen und mehrkernigen Leukocyten nachgewiesen worden, indem, wie Brandenburg gezeigt hat, die granulierten mehrkernigen Formen imstande sind, Guajaktinktur ohne Zusatz eines ozonisierenden Stoffes zu bläuen, eine Eigenschaft, die den Lymphocyten fehlt, und die nach Brandenburg, Pappenheim und Erich Meyer auf der Bildung eines Fermentes in den granulierten Zellen beruht.

Einen weiteren fundamentalen Unterschied zwischen Lymphocyten und den granulierten Formen sieht Ehrlich ferner in dem Fehlen amöboider Beweglichkeit bei den Lymphocyten, obwohl, wie schon erwähnt, bei diesen die lokomotorische Eigenschaft keineswegs fehlt, sondern nur geringer ausgesprochen ist als bei den granulierten Formen.

Sieht man aber von diesem letzten Punkt ab, so leuchtet ein, dass die scharfe Trennung und Klassifizierung nach Ehrlich ausserordentlich bestechend ist durch ihre grosse Einfachheit, und eine Reihe von neueren klinischen Leukocytenstudien rechnet mit dieser Einteilung wie mit feststehenden Tatsachen. Unstreitig wäre es zu begrüssen, wenn man in dieser einfachen Weise jedem Leukocyten im Blute seine Provenienz ohne weiteres ansehen könnte, doch haben sich seit dem Erscheinen der letzten zusammenfassenden Ehrlichschen Arbeit so viele und so gewichtige Einwände gegen diese Lehre erhoben, dass wir von dem angedeuteten Ziel heute noch weit entfernt sein dürften.

Es haben sich zunächst bei dem weiteren Ausbau der Färbetechnik in neuster Zeit Zweifel erhoben, ob diese Färbungen allein von der chemischen Reaktion abhängen, denn das Wesen der letzteren ist, dass sie unbedingt konstante Resultate gibt, was bei den Leukocytenfärbungen keineswegs zutrifft. Schon bei Anwendung eines und desselben Farbstoffes, z. B. des Triacid-Gemisches, erhält man sehr ungleiche Färbungen der neutrophilen Zellen, das heisst, die Reaktionen fallen bei den einzelnen Zellen verschieden aus. Wendet man aber einen anderen Farbstoff an, z. B. das eosinsaure Methylenblau von May und Grünwald, so erscheinen die feinen Granulationen der neutrophilen Zellen oxyphil gefärbt, und es scheint nach den Untersuchungen von Kanthack und Hardy, Sherrington, Gulland, Buchanan und Mosse, dass eigentlich nur die feinen Granulationen der einkernigen

Vorstufen im Mark neutrophil, dass die der mehrkernigen Zellen schwach oxyphil und die der eosinophilen stark oxyphil sind, so dass eine Trennung dieser verschiedenen Typen allein nach der färberischen Reaktion keineswegs in der Schärfe möglich ist, wie das bisher angenommen wurde. Immer sicherer erweist sich, dass das früher fast ausschliesslich als Reagens benutzte Triacid-Gemisch nur eine beschränkte Bedeutung hat, und jede neue Färbemethode, deren in den letzten Jahren zahlreiche erfunden sind, hat neue überraschende Details an den Leukocyten enthüllt und ergeben, dass die erste Vorbedingung für exakte Färbewirkungen die chemische Reinheit der Farbstoffe ist, dass aber die Reaktionen bei ganz gleichartigen Zellen verschieden ausfallen, je nachdem die Farben in Wasser, Äthyl- oder Methylalkohol gelöst sind, und auch je nachdem die Fixation der Präparate in Alkohol oder bei hohen Temperaturen stattgefunden hat.

Ganz besonders nützlich hat sich die von Romanowski angegebene und von Ziemann praktisch modifizierte Färbemethode mittels kombinierter Eosin- und Methylenblau-Mischungen erwiesen, mit welcher schöne Färbungen der Chromatinsubstanzen des Kernes einerseits und der basophilen Protoplasma-Bestandteile andererseits erzielt werden. Mittels dieser Färbungen haben zuerst A. Wolff und Hirschfeld nachgewiesen, dass auch in dem basophilen Protoplasma von Lymphocyten Granula enthalten sein können, so dass das Kriterium der Granulationen bei der Differenzierung der einkernigen und mehrkernigen Zellen nicht mehr als entscheidend angesehen werden kann.

Die stärksten Einwendungen aber gegen die Spezifizität der Farbreaktionen, speziell an den Granulis, haben Arnold und sein Schüler Hesse durch den Nachweis geliefert, dass in ein- und derselben farblosen Zelle des Knochenmarks verschieden färbbare Granula enthalten sind. Dasselbe ist von Meinertz für die Blut-Leukocyten der verschiedensten niederen Tiere und von Schur, Löwy, Hirschfeld u. a. auch für die Zellen des zirkulierenden menschlichen Blutes nachgewiesen worden, an denen man, wie mich eigene Untersuchungen gelehrt haben, besonders basophile Granula fast in der Mehrzahl der neutrophilen mehrkernigen Zellen nachweisen kann.

Die subtilen Forschungen von Arnold und Hesse scheinen mir von allen neueren Untersuchungen die bedeutendsten Ergebnisse geliefert zu haben. Nach diesen Autoren deuten die verschieden färbbaren Granula in einer Zelle darauf hin, dass die Granula verschiedene Substanz haben und noch Umwandlungen erleiden. Der Befund von Eisen und Fett im Plasmosomennetz und in den Granulis von eosinophilen und pseudoeosinophilen Zellen spricht nach Arnold und Hesse dafür, dass diese Stoffe nicht durch Phagocytose aufgenommen werden, sondern dass bei morphologisch gleicher Struktur Umsetzungen und Assimilationen in den Granulationen der Zellen stattfinden, welche

verschieden sind je nach den pathologischen Vorgängen, denen sie ausgesetzt sind. Während also nach EHRLICH die Granula spezifische, stets gleichbleibende Sekrete der Zellen darstellen, sind nach ARNOLD die Farbwechsel der Granula der Ausdruck einer den verschiedenen Entwicklungsphasen der Granula entsprechenden Änderung der chemischen und physikalischen Eigenschaften. Es sind also hiernach die Granula als Funktionsäusserungen der Zellen nicht nur für sekretorische Vorgänge, sondern auch für Resorption und Assimilation verschiedenster Stoffe aufzufassen.

Betrachten wir demnach die verschiedenen Leukocytengruppen vom rein chemisch-färberischen Standpunkte und sehen wir, dass die Reaktionen der Granula in einer und derselben Zellgruppe weder konstant, noch einheitlich sind, dass vielmehr bei morphologischer Gleichartigkeit, wie innerhalb der neutrophilen Gruppe, starke Differenzen und wiederum bei morphologisch verschiedenen, wie zwischen neutrophilen und eosinophilen, Übergänge in den Farbreaktionen stattfinden, und schliesslich, dass auch bei den Lymphocyten Körnchenbildungen auftreten können, so kann es nicht statthaft erscheinen, nach diesen chemischen Kriterien eine prinzipielle Scheidung der Leukocytengruppen vorzunehmen.

Diese Bedenken gegen die strenge Scheidung der einkernigen und mehrkernigen Leukocytentypen werden aber noch viel stärker, wenn man auf die Entwicklung der Leukocyten in ihren Bildungsstätten zurückgeht, so dass ich hierüber ein paar kurze Bemerkungen machen muss, während die eingehende Besprechung dieser anatomischen Frage meinem Herrn Korreferenten vorbehalten bleibt.

Die Leukocyten des Blutes stammen nach der jetzt herrschenden Auffassung zum Teil aus den lymphatischen Apparaten, zum Teil aus dem Knochenmark. Die Lymphzellen, welche sich durch ein basophiles Protoplasma und Einkernigkeit auszeichnen, sollen sich, wie oben erwähnt, nach EHRLICH streng von den mehrkernigen granulierten Formen unterscheiden und niemals in diese übergehen. Demgegenüber stehen aber die Beobachtungen von RANVIER, welcher die Entwicklung der grossen einkernigen Leukocyten zu polymorphkernigen Zellen bei Amphibien beobachtete, ferner gleichartige Beobachtungen von ARNOLD, FLEMMING und neuerdings von E. NEUMANN, welcher an den Lymphocyten des Frosches alle Übergänge der einkernigen in die vielkernigen Formen nachweisen konnte, und schliesslich Beobachtungen von RÉNAUT, welcher ausgesprochene Myelocytenformen bei Tieren fand, welche gänzlich marklos sind (Cyklostomen). Für das menschliche Blut sprechen die erwähnten Befunde von Granulis in den Lymphocyten, das Verhalten der sogenannten Übergangsformen, das heisst einkerniger Zellen mit homogenem Protoplasma und beginnender Kernabschnürung und

Granulation für das gleiche Verhalten, wobei natürlich keineswegs gesagt sein soll, dass alle Lymphocyten sich zu mehrkernigen Zellen entwickeln.

Überhaupt ist die einfache oder vielgestaltige Kernfiguration nach Ranvier und Neumann durchaus kein Zeichen verschiedener Zellenspezies, sondern hängt hauptsächlich von den Bewegungen der Zellen ab, so dass dieselbe Zelle in der Ruhe einkernig, in derBewegung polymorphkernig erscheinenkann, und es ist daher nicht recht verständlich, wenn neuerdings Arneth an den neutrophilen Zellen ganz bestimmte Blutbilder lediglich nach der stärkeren oder geringeren Einbuchtung des Kernstabes zu konstruieren versucht.

Wichtiger aber noch als alle diese Verhältnisse sind die neueren Entdeckungen von Arnold, welche die Entstehung kleiner einkerniger, basophiler Zellen im Knochenmark ergeben haben. Hier im Marke entwickeln sich, wie besonders Pappenheim gezeigt hat, anscheinend aus grossen Zellen mit sehr zartem homogenen Protoplasma erstens ein ganzes Heer von neutrophilen, basophilen und eosinophil granulierten einkernigen Zellen, den Myelocyten Ehrlichs, ausserdem aber auch ungranulierte basophile Formen, welche in jeder Beziehung identisch sind mit den Lymphocyten. Da diese Zellen, welche, nebenbei bemerkt, eine nahe Verwandtschaft zu den kernhaltigen roten Blutzellen des Markes zu haben scheinen, durchaus normale Produkte der gesunden Markfunktionen sind, so muss man sie ebenso als Markzellen bezeichnen wie die granulierten Formen, und es resultiert hieraus die wichtige Tatsache, dass wir den einzelnen Lymphocyten des Blutes niemals ansehen können, ob sie aus dem Mark oder den lymphatischen Organen stammen.

Aber noch eine andere Tatsche von fundamentaler Wichtigkeit ergibt sich aus diesen Verhältnissen, dass nämlich diese basophilen einkernigen Zellen des Markes nicht nur einseitig sich zu Lymphocyten, entwickeln, sondern in grossen Massen durch successive Bildung von Granulis zu Myelocyten in Ehrlichscher Definition heranreifen, wie man an jedem Präparat von lebendfrischem, nach Romanowski gefärbtem Marke sehr schön daran erkennen kann, dass das tiefblaue Protoplasma durch Einlagerung von Granulis allmählich so verdeckt wird, dass schliesslich das Blau verschwindet und einzig die neutrophil oder oxyphil gefärbten dichten Körnchen zu sehen sind.

Ganz dieselben Übergangsbilder kann man nun im normalen Blute, besonders schön aber bei starken Proliferationon der Zellen im leukaemischen Blute sehen und sich davon überzeugen, dass der einkernige Typ mit homogen basophilem Protoplasma in den polymorphkernigen granulierten Typ übergehen kann.

Wenn sich somit ergibt, dass die lymphatischen Typen der Leukocyten zum Teil aus autochthonen Knochenmarkzellen entstehen, so haben andererseits neuere Untersuchungen von Fränkel und Japha, Engel, Hirschfeld, A. Wolff, Frese, Dominici, Kurpjuweit gezeigt, dass in den lymphatischen Apparaten, besonders in der Milz und in den Lymphdrüsen, bei anaemischen und entzündlichen Reizungszuständen einkernige Markzellen hauptsächlich neutrophiler, aber auch eosinophiler Körnung vorkommen, so dass man von myeloider Umwandlung, resp. Funktion dieser Organe spricht; ja, nach Kurpjuweit sollen diese Zellen schon normaler Weise in der Milz gebildet werden. Hiermit wäre vollends jede scharfe Trennung der Leukocytentypen nach ihrer örtlichen Entstehung verwischt und wiederum der Satz bestätigt, dass die Verschiedenheit der Erscheinungsformen und der Ursprungsstätten keine Verschiedenartigkeit der Zellspezies selbst bedingt.

Es führen uns also auch diese histogenetischen Studien zu dem Resultate, dass eine unüberschreitbare Trennungslinie zwischen den einzelnen Erscheinungsformen der Leukocyten nicht existiert. Fasst man vielmehr die physiologischen, die morphologischen und chemischen Erscheinungen an diesen Zellen zusammen, so muss man schliessen, dass dieselben nicht verschiedene Arten von Zellen, sondern verschiedene Entwicklungsstadien derselben Zelle anzeigen, wobei anscheinend die Basophilie des Protoplasmas ein Zeichen der Jugendlichkeit oder besser Unfertigkeit ist (Askanazy), ähnlich wie wir das bei den Erythroblasten sehen, bei denen es niemand einfallen wird, den direkten Übergang des Erythroblasten in den Erythrocyten zu leugnen, weil der Erythroblast zumeist deutlich basophile und der Erythrocyt ausgesprochen oxyphile Färbung zeigt. Die Leukocyten zeigen nun in diesem basophilen Stadium nur geringe Lokomotion und keine ozonisierende Wirkung, während mit zunehmender Granulationsbildung der Kern sich einbuchtet und vielgestaltig wird, die Lokomotion stärker wird, das Protoplasma Neutrophilie oder Eosinophilie zeigt, ozonisierend wirkt, also mit dem Zeichen fortschreitender Entwicklung offenbar weitere Funktionen übernimmt. Noch einmal sei hervorgehoben, dass unzweifelhaft nicht alle einkernigen Zellen diese Metamorphose durchmachen, sondern zum Teil auf dieser Stufe stehen bleiben, wie man das besonders an den pathologischen einkernigen Formen sehen kann.

Den wichtigsten Einwand aber muss man gegen den übergrossen Eifer erheben, mit welchem seit Jahren für die Aufstellung neuer Leukocytenarten nach kleinen färberischen Verschiedenheiten gekämpft wird, für immer neue Trennungen und Klassifikationen plaidiert wird, wenn man nach dem Studium dieser fast übergrossen Literatur des

letzten Jahrzehnts sich die Frage vorlegt, was denn nun eigentlich aus diesen Debatten an sicherem Gewinn für die Klinik, das heisst für die Beurteilung krankhafter Vorgänge am lebenden Menschen, resultiert. Denn wenn eine Theorie, wie die von der Spezifizität der einzelnen Leukocytenformen, als richtig gelten soll, so muss sich dies weniger an histologischen oder chemischen Einzelheiten zeigen, sondern vielmehr an einem Fortschritt in der Erkenntnis physiologischer oder pathologischer Prozesse am Lebenden, und wo könnte man diesen Fortschritt leichter konstatieren, als an den technisch so leicht auszuführenden klinischen Blutuntersuchungen. Wollte man die Fülle des auf diesem Gebiete literarisch Produzierten als Maßstab des Fortschrittes ansehen, so müsste man letzteren allerdings für bedeutend halten. Anders aber stellen sich die Dinge, wie wir weiterhin sehen werden, wenn man auf den Kern der Sache eingeht und unbeeinflusst von hypothetischen Direktiven die vorliegenden Leukocytenbefunde bei verschiedenen krankhaften Prozessen überschaut.

Hier fällt zunächst die Tatsache auf, welche bei jedem Kapitel wiederkehrt, dass die Befunde der einzelnen als durchaus zuverlässig bekannten Autoren nicht nur auffällig stark von einander abweichen, sondern oft geradezu entgegengesetzte Resultate in Bezug auf das Verhalten der einzelnen Leukocytenformen ergeben, dass aber auch ein und derselbe Autor bei gleichartigen Krankheitsfällen oft ganz widersprechende Resultate erhält, eine Erscheinung, die sicher nicht auf Fehler in der Technik zurückzuführen ist, vielmehr eine ganz besondere Bedeutung hat, auf die wir zum Schluss zurückkommen werden. Es sind im Laufe der letzten Jahre Leukocytenbilder bei den verschiedensten Krankheiten als angeblich „typische“, d. h. konstant und immer in gleicher Weise auftretend, beschrieben worden. Alle diese Aufstellungen haben das gemeinsame Charakteristikum, dass sie im Anfang eine vielseitige Nachprüfung und rege Kontroverse erfahren, worauf dann schliesslich eine Übersicht über grössere Untersuchungsreihen ergibt, dass ein wirklich gesetzmässiges Verhalten doch nicht zu Recht besteht. Es ergibt sich also ganz unzweifelhaft, dass die bisherige Art des Leukocytenstudiums nicht zu wirklich zuverlässigen klinischen Direktiven führt.

Wenn man, dieser Erkenntnis folgend, sich von dem Gedanken frei macht, die Leukocyten nach ihren färberischen Differenzen einseitig zu klassifizieren, wenn man ihre Entstehung und Genealogie bei Seite lässt und sich die Kardinalfrage vorlegt: Welche Funktionen erfüllen denn nun alle diese Zellen im Organismus? so ist diese Frage bisher für physiologische Verhältnisse nur im bescheidensten Masse beantwortet worden und zwar dahin, dass die Leukocyten Schutzzellen gegen eingedrungene fremde, speziell bakte-

rielle Stoffe darstellen, dass sie einerseits die von Metschnikoff gefundene phagocytotische Tätigkeit ausüben, wie man z. B. an gewissen Einschlüssen der Blutleukocyten, z. B. mit dem Melanin der Malariaparasiten, nachweisen kann, dass sie aber vorzugsweise durch Absonderung chemischer Stoffe neutralisierend auf die giftigen Stoffwechselprodukte der Bakterien einwirken, endlich, dass die Leukocyten bei ihrem Zerfalle gerinnungsbefördernd wirken. Für die Pathologie wird die Vermehrung der Leukcoyten ausschliesslich als Schutzmassregel gegen organisierte und tote Eindringlinge aufgefasst, und es ist eine ganz spezielle Konsequenz der Ehrlichschen Lehre, dass die granulierten Leukocyten nur ihre spezifischen Sekrete abgeben, da nur diese einzige Funktion des Protoplasmas angenommen wird, während die Lymphocyten nur ein indifferentes, nicht entwicklungsfähiges Material darstellen.

Diese mit grösstem Nachdruck verfochtene Lehre nun ist meines Erachtens in erster Linie an den unbefriedigenden Resultaten schuld, welche für die Klinik aus den Leukocytenstudien bisher erwachsen sind, und die ganze Frage erhält eine neue Perspektive, wenn man sich von der einseitigen Sekretionstheorie frei macht und, den Resultaten von Arnold folgend, die Tatsachen ins Auge fasst, welche neben der sekretorischen für eine resorbierende und assimilierende Tätigkeit der Leukocyten sprechen, und wenn man die Lymphocyten nicht als völlig indifferente Zellen betrachtet, deren Zweck ja, falls sie wirklich nicht entwicklungsfähig wären, bei ihrer grossen Massenhaftigkeit im Blute völlig unverständlich wäre.

Es muss versucht werden, die physiologischen Funktionen der Leukocyten in sicherer Weise als bisher zu erkennen, und schon jetzt liegt hierfür mehr objektives Material vor, als nach den äusserst dürftigen Angaben der Lehrbücher zu vermuten ist.

Zunächst muss man sich vergegenwärtigen, dass die Gesamtmenge der Leukocyten im Blute eines Erwachsenen etwa 25000 Millionen beträgt, und dass diese Zellmasse, an einer Stelle zusammengefasst und die einzelne Zelle als Kugel von 10 μ Durchmesser genommen, ein ganz stattliches Organ ausmachen würde, etwa von der Grösse einer Schilddrüse, wobei zu berücksichtigen ist, dass durch rasche Vermehrung der Zellen diese Masse oft in kurzer Zeit auf das Doppelte steigen kann. Dass dieses Organ auch im ganz gesunden Organismus lediglich eine Reserve zum Schutze gegen fremde Eindringlinge darstellen soll, ist von vorn herein recht unwahrscheinlich, vielmehr deuten zahlreiche Anzeichen darauf hin, dass ihre physiologische Rolle hauptsächlich den Vorgängen bei der Ernährung dient.

Altbekannt ist das Phänomen der täglichen Verdauungsleuko-

cytose, die besonders nach eiweissreichen Mahlzeiten auftritt, und im Gegensatz hierzu finden sich auffällige Herabsetzungen der Zahl bei Inanition, wie neuerdings Richard Blumenthal an hungernden Fröschen konstatiert hat, bei denen in erster Linie die eosinophilen Zellen, dann die neutrophilen Zellen schwinden, so dass vorwiegend Lymphocyten übrig bleiben. Ich selbst fand beim Menschen früh morgens vor den Mahlzeiten nur geringe Leukocytenzahlen, ebenfalls zumeist mit auffälligem Prävalieren der Lymphocyten. Es zeigt sich also, dass die Leukocyten durch die Nahrungsaufnahme in erhöhtem Masse in Anspruch genommen werden, und es ist von grossem Interesse zu sehen, wie diese ihre Tätigkeit hierbei gedeutet wird. Um aus dieser viel diskutierten Frage nur die beiden wichtigsten Ansichten hervorzuheben, so erwähne ich, dass vor einer Reihe von Jahren Hofmeister und Pohl, gestützt auf histologische Untersuchungen der verdauenden Darmschleimhaut, die Auffassung vertraten, dass sich die Leukocyten während der Verdauung mit den Eiweißstoffen der Nahrung belüden und dieselben an die Gewebe ablieferten. Im Gegensatz hierzu leugnen andere Autoren, wie Burian und Schur, diese Tätigkeit und nehmen an, dass auch bei der Verdauung durch die Leukocytose nur ein Schutz gegen giftige Abkömmlinge der Eiweissumwandlung, z. B. Albumosen, bewirkt wird. Bei genauer Überlegung sieht man aber, dass diese letztere Auffassung gar keinen wirklichen Gegensatz zu der ersteren bildet, sondern höchstens die quantitativen Verhältnisse betrifft, denn wenn die Leukocyten gewisse Produkte der Eiweissverdauung, wie Albumosen, unschädlich machen sollen, so misst man ihnen damit implicite ebenfalls eine Rolle bei der Eiweissresorption, und zwar eine sehr wichtige, bei, indem die Zellen hiernach befähigt sein müssen, Spaltungsprodukte des Eiweisses zu resorbieren und entweder weiter abzubauen oder in Eiweiss zurückzuverwandeln, da sonst der Zweck der Resorption dieser Gifte unverständlich wäre. Man mag also diese Frage von diesem oder jenem Standpunkt beantworten, immer ergibt sich, dass die Leukocytose während der Verdauung auf eine Eiweiss resorbierende, assimilierende und transportierende Tätigkeit hindeutet.

Diese Funktion erhält eine äusserst wichtige Stütze und Erweiterung durch die Beobachtungen von Arnold und Hesse, welche die gleiche resorbierende, assimilierende und transportierende Tätigkeit der Leukocyten auch für Eisen und Fett ergaben, wobei man daran denken kann, dass die Leukocyten sich einerseits mit dem Eisen aus den bekannten Depots, z. B. der Leber, beladen oder dasselbe direkt aus dem resorbierten Nahrungseiweiss erhalten. Hierbei ist ferner zu erwähnen, dass die Leukocyten, wie Ehrlich zuerst durch Jodfärbungen nachwies, auch Glykogen enthalten können, das nach neueren Untersuchungen physiologisch sehr spärlich, in gewissen pathologischen Zuständen aber in

grösseren Mengen in den Leukocyten auftreten kann, und ferner ist zu erwähnen, dass auch Lecithin in den Leukocyten nachgewiesen worden ist.

Bei allen diesen Befunden ist zu berücksichtigen, dass, wenn auch nur minimale Mengen aller dieser Stoffe in den einzelnen Zellen gefunden werden, ihre physiologische Bedeutung doch eine sehr hohe sein muss, da es eben Tausende von Millionen solcher Zellen sind, die gleichzeitig im Blute kreisen, und dass demnach auch die Gesamtwerte dieser ihrer Einschlüsse keineswegs geringfügig sein können. Wir haben hiernach eine plastische Tätigkeit der Leukocyten im weitesten Sinne als physiologische Funktion anzunehmen, ebenso wie diesen Zellen anscheinend auch bei Gewebeläsionen eine direkt aufbauende Tätigkeit zufällt.

Für die Physiologie der Leukocyten ist ferner zu berücksichtigen, dass verschiedene fermentative Wirkungen dieser Zellen bekannt sind, und zwar besonders eine gerinnungsbefördernde und eine ozonisierende. Erst wenn wir diese kardinalen physiologischen Funktionen der Leukocyten näher erforscht haben werden, wird es uns möglich sein, die vielen widerspruchsvollen Angaben über das Verhalten dieser Zellen in Krankheiten zu verstehen.

Wenden wir uns hiernach zur Klinik der Leukocyten, so ergibt ein kurzer Überblick folgende allgemeine Veränderungen:

1. Vermehrungen der Zahl, die man seit Virchow als Leukocytosen bezeichnet, wenn sie vorübergehend sind und die Durchschnittszahlen von 5—10000 im Kubikmillimeter überschreiten,

2. Verminderungen der Zahl, Hypoleukocytosen, welche verhältnismässig selten sind und beispielsweise, wie schon oben erwähnt, physiologisch bei Hungerzuständen auftreten,

3. Veränderungen der Mischungsverhältnisse der Leukocyten, von welchen sich normaliter 25 Proz. Lymphocyten, 60—70 Proz. neutrophile und 3—5 Proz. eosinophile vorfinden,

4. das Auftreten pathologischer Leukocytenformen, zu welchen zu rechnen sind einkernige neutrophile, eosinophile und basophil granulierte Formen, die sogenannten Myelocyten Ehrlichs, ferner grosse Formen mit sehr zartem, homogenen Protoplasma, grossem, schwach färbbaren Kern, die sogenannten Stammzellen, welche so fragil sind, dass von ihnen häufig nur die freien Kerne in der Zirkulationen zu sehen sind. Ausserdem sind hierher die schon erwähnten Übergangsformen der homogenen basophilen Typen mit beginnender Granulation zu rechnen, welche in allen möglichen Varianten vorkommen.

Betrachtet man zunächst die numerischen Verhältnisse, so ist bekannt, dass Leukocytosen nicht ohne weiteres als krankhafte Er-

scheinungen anzusehen sind, sondern physiologisch täglich um die Mittagszeit, auch nach dem Genusse gewisser aromatischer Stoffe, Tinkturen, Gewürze und Riechstoffe auftreten, ferner in der ersten Lebenszeit, in der Schwangerschaft, besonders stark während der Geburt (Zangenmeister), bei Einwirkung von Hitze oder Kälte, nach starken körperlichen Anstrengungen und schliesslich in der Agonie.

Schon diese ätiologische Übersicht über die normale Leukocytose ergibt, dass dieselbe durch ausserordentlich verschiedenartige Momente hervorgerufen wird, und sicher ist anzunehmen, dass die Art und Weise des Zustandekommens ebenso verschieden ist wie die Bedeutung der Zellvermehrung, je nach der Verschiedenartigkeit der auslösenden Ursachen.

Durch experimentelle Untersuchungen an Tieren ist nachgewiesen worden, dass Injektionen verschiedenartigster Stoffe, Bakterien-Proteine, Harnstoff, Harnsäure, Organextrakte u. s. w., im Blute Leukocytosen hervorrufen, und es hat sich grade hieraus die erwähnte Ansicht entwickelt, dass die Rolle der Leukcoyten einzig die einer Schutzvorrichtung gegen Eindringlinge aller Art ist, obwohl bisher niemand zu sagen vermocht hat, was für toxische Stoffe z. B. in der Schwangerschaft, während der Geburt oder bei körperlichen Strapazen wirksam sind.

Das Zustandekommen der Leukocytenvermehrung wird heute von der Mehrzahl der Autoren auf chemotaktische Wirkungen fremder Stoffe im Blute zurückgeführt, durch welche vorzugsweise die neutrophilen Zellen des Knochenmarks angelockt werden und in der Blutbahn vermehrt zirkulieren, so dass die weitaus grösste Mehrzahl der Leukocytosen durch die neutrophilen Zellen gebildet wird. In Gegensatz zu dieser aktiven Leukocytose stellt Ehrlich eine passive Einschwemmung der Lymphocyten, die Lymphocytose, durch mechanische Wirkung des Lymphstromes auf die Zellen der lymphatischen Organe.

Die Einfachheit dieser Theorie — denn nur um eine Theorie und nicht um beobachtete Facta handelt es sich — hat die meisten Autoren zu ihrer Annahme geführt, und man erklärt das Eintreten einer Leukocytose durch positiv chemotaktisch, das heisst anlockend wirkende Stoffe, das Ausbleiben derselben, z. B. bei vorhandenen Infektionen, durch negativ chemotakische, das heisst abstossende Wirkungen, ja man geht soweit, spezifisch für eine Zellspezies chemotaktische Stoffe zu supponieren, so dass z. B. in manchen Fällen nur die eosinophilen Zellen aus dem Marke angelockt werden und eine eosinophile Leukocytose (Eosinophilie) entsteht.

Wie weit diese Theorien imstande sind, unser Verständnis der pathologischen Leukocytosen und ihre Beziehungen zu den Krankheits-

prozessen zu fördern, werden wir bei der Besprechung einiger Krankheitsgruppen sehen, welche ich als besonders wichtig aus dem grossen Gebiete der allgemeinen Pathologie heraushebe, da es natürlich hier nicht möglich ist, die ganze Pathologie der Leukocyten abzuhandeln.

Ich beginne mit denjenigen Infektionskrankheiten, welche durch eitererregende Bakterien bedingt werden, da dieselben nicht allein vom hämatologischen, sondern auch vom allgemein pathologisch-histologischen Standpunkt aus für das Verhalten der Leukocyten von besonderem Interesse sind. Bei diesen zahlreichen Krankheiten, z. B. bei Entzündungen der verschiedenen serösen Häute, den Eiterungen, Wundrose u. s. w., findet man nach übereinstimmenden Angaben zumeist starke Vermehrung der neutrophilen Zellen, und gerade bei diesen Krankheiten nimmt man an, dass die Leukocyten Schutzstoffe gegenüber den giftigen Stoffwechselprodukten der Eiterbakterien produzieren.

Diese Leukocytosen nun haben in letzter Zeit ein aktuell und praktisch-klinisches Interesse dadurch erlangt, dass man nach dem Vorgange von Curschmann bei Entzündungen, die vom Wurmfortsatze des Darmes ausgehen, an dem Auftreten einer Leukocytose erkennen kann, dass der Entzündungsprozess einen eitrigen Charakter angenommen hat und demgemäss eine aktive, das heisst operative Behandlung erfordert. Diesem Gedanken folgend, hat eine grosse Zahl von Ärzten in den letzten Jahren Leukocytenzählungen bei Perityphlitis angestellt, denen eine um so grössere Wichtigkeit beiwohnt, als man ihre Resultate wohl ohne Bedenken auch auf andere entzündliche und eiternde Organerkrankungen übertragen kann.

Es hat sich hierbei die schon bekannte Tatsache bestätigt, dass bei Eiterungen in der Mehrzahl der Fälle die Leukocytenzahl erheblich steigt und nach Erreichung einer gewissen Höhe abfällt, gleichgültig, ob die Erkrankung gutartig oder bösartig verläuft (Federmann). Es hat sich zweitens aber auch gezeigt, dass Leukocytosen auftreten können, ohne dass eine Eiterung vorhanden wäre, und drittens, dass in einzelnen Fällen die Leukocyten überhaupt nicht vermehrt, sondern eher vermindert erscheinen, trotzdem unzweifelhaft Eiterung eingetreten war.

Diese Erfahrungen haben die meisten Autoren zu der Ansicht geführt, dass ein wirklich zuverlässiges Zeichen in dem Verhalten der Leukocyten bei Perityphlitis nicht erblickt werden kann, wenn auch ein rasches Steigen ihrer Zahl mit grosser Wahrscheinlichkeit auf Eiterung deutet. Nach meinen eigenen Erfahrungen kann ich hinzufügen, dass gerade in dem Stadium, wo die sonstigen klinischen Zeichen noch nicht sicher erkennen lassen, ob eine Eiterung

vorhanden ist, auch die Leukocyten meistens Mittelwerte darbieten, welche die Entscheidung zweifelhaft lassen.

Als praktisch wichtigste Befunde sieht Federmann, welcher unter der Ägide von Sonnenburg wohl die grösste Zahl derartiger Kranker (mehrere Hundert) untersucht hat, die niedrigen Zahlen der Leukocyten bei gleichzeitig sicher bestehender Eiterung, resp. Peritonitis an. Während nach seinen Erfahrungen eine Infektion des Peritoneums mit hohen Leukocytenzahlen prognostisch relativ günstig liegt, endigt eine Peritonitis mit niedrigen Zahlen immer tödlich, und diese Beobachtung wird dahin gedeutet, dass in dem letzteren Falle eine Allgemein-Infektion mit Toxinen bei mangelhafter vitaler Reaktion des Organismus vorhanden sei, während eine hohe Leukocytose für eine kräftige Reaktion spräche.

Bei der grossen theoretischen und praktischen Bedeutung dieser Auffassung möchte ich gerade an dieser Stelle auf die Unsicherheit unserer Fundamente in der Leukocytenlehre hinweisen, die oben ausführlich dargelegt wurde und es nicht angängig erscheinen lässt, aus einzelnen kasuistischen Beobachtungen ein derartiges gesetzmässiges Verhalten der Leukocyten zu formulieren, wie es in dieser Auffassung enthalten ist; auch haben mir Beobachtungen bei schweren, rein toxhämischen Scharlachfällen, bei denen der Tod infolge von toxischer Herzlähmung eintrat, ergeben, dass hier ganz erhebliche Leukocytosen trotz schwerster Toxinwirkung und mangelhafter vitaler Reaktion vorhanden waren.

Tatsächlich können die Verhältnisse gerade umgekehrt so liegen, dass die geringe Leukocytenzahl bei vorhandener Eiterung auf dem Fehlen starker Toxinbildung bei allgemein gutem Kräftezustande und Fehlen septischer Symptome beruht, so dass derartige Fälle besonders leicht und glücklich verlaufen können, sobald nur dem Eiter Abfluss geschaffen ist. Es ist also weder das Vorhandensein, noch das Fehlen einer Leukocytose bei septischen Erkrankungen für sich allein diagnostisch und prognostisch von entscheidender Bedeutung, sondern nur im Verein und unter sorgfältiger Berücksichtigung der übrigen lokalen und allgemeinen Symptome, der Temperatur, des Pulses, des allgemeinen Ergriffenseins u. s. w., mit Vorsicht zu verwerten.

Noch nach einer anderen Richtung sind diese Beobachtungen von Interesse, nämlich für die Frage nach dem Verhältnis der lokal am Entzündungsherd angesammelten zu den im Blute kreisenden Leukocyten. Nach der auf der alten Cohnheimschen Emigrationslehre basierenden Anschauung stammen die Eiterzellen aus dem Blute, nach der Ehrlichschen Lehre stammen wiederum die leukocytotischen Zellen aus dem Marke, und es fragt sich nun, wie mit diesen Anschauungen die Tatsache zu erklären ist, dass gerade bei den

schwersten toxischen Peritonitiden oft schon im Laufe der ersten 24 Stunden ungeheure Massen von Eiterzellen in den Falten des Bauchfells angesammelt werden, während im Blute, durch welches diese Massen doch passieren müssten, in dieser Periode eher eine Abnahme der Leukocyten zu konstatieren ist. Vollends unverständlich ist es, wenn man für diese Fälle von Hypoleukocytose die Theorie der negativen Chemotaxis anwenden will, da hiernach die Leukocyten geradezu im Marke zurückgehalten werden sollen, und gar nicht abzusehen ist, woher die grossen Massen der lokalen Eiterzellen in das Peritoneum eingewandert sein können.

Diese Frage zeigt recht deutlich, wie hypothetisch noch unsere Vorstellungen von der Entstehung der Leukocytose sind, und ist sehr geeignet, daran zu erinnern, dass de facto noch niemand den Übertritt von jungen Knochenmarkszellen bei chemotaktischen Reizen ins Blut beobachtet hat, und dass auch anatomisch eine Wucherung der neutrophilen Zellen im Marke von erfahrenen Untersuchern, wie Schur und Löwy, bei entzündlichen Leukocytosen keineswegs regelmässig beobachtet worden ist. Es drängt sich dabei von selbst die Frage auf, ob der Weg der Leukocyten in manchen Fällen von eitriger Entzündung nicht ein umgekehrter, vom Entzündungsherd in das Blut gerichteter ist, ähnlich, wie dies mit grosser Wahrscheinlichkeit von dem Eindringen eosinophiler Zellen bei gewissen lokalen Eosinophilien, z. B. bei Asthma bronchiale, anzunehmen ist. Doch ist dies eine Frage, die nicht der Kliniker zu entscheiden hat.

Im Gegensatz zu diesen Entzündungskrankheiten finden sich beim Typhus abdominalis trotz der stark entzündlichen Vorgänge am lymphatischen Apparat des Darms, des Mesenteriums und der Milz keine Vermehrung der Leukocyten, manchmal sogar Hypoleukocytosen, und wie Nägeli, Türk u. a. nachgewiesen haben, tritt unter den Leukocytenformen schon bald nach dem Beginn der Krankheit die Zahl der neutrophilen Zellen zurück, die Lymphocyten prävalieren, und die eosinophilen Zellen schwinden.

Auch dieses Leukocytenbild ist als „typisch“ und für die Diagnose ausschlaggebend angesehen worden, doch kann ich dies Symptom aus eigener Erfahrung an sehr vielen Typhuskranken nicht als konstant bezeichnen, da einzelne Typhusfälle gerade in der ersten Krankheitszeit, wo die Diagnose schwierig ist, mässige neutrophile Leukocytosen zeigen, da ferner Komplikationen, wie Pneumonie, das Blutbild trüben, und da endlich fieberhafte Magen- und Darmkatarrhe vorkommen, welche ebenfalls geringe Leukocytenzahlen zeigen, nach wenig Tagen aber zur Entfieberung und Genesung gelangen. Auch die relative Vermehrung der Lymphocyten ist wohl nicht ohne weiteres charakteristisch

für den Typhus, sondern scheint mir auch sonst bei Hypoleukocytosen vorzukommen, wie z. B. in der Inanition, so dass es fraglich ist, ob bei diesem Symptom nicht die Art der Ernährung eine Rolle spielt. Es liesse sich die Tatsache, dass bei meinen Typhuspatienten im Charlottenburger Krankenhause erheblich häufiger neutrophile Leukocytose beobachtet wird, als z. B. bei den Kranken von Nägeli, Türk, Kast und Gütig, vielleicht ohne Schwierigkeit dadurch erklären, dass die Ernährung bei meinen Kranken mit sehr reichlicher Flüssigkeitszufuhr, viel Anwendung von Kakao und Limonaden geführt wird, während sie bei den Patienten der erwähnten Autoren vielleicht in anderer Weise zur Ausführung gelangt, so dass sich die Differenzen im Leukocytenbilde in der allereinfachsten Weise durch verschiedene Anregung der resorptiven Tätigkeit der Leukocyten erklären.

Immerhin ist aus diesen Untersuchungen so viel für die Klinik gewonnen, dass im allgemeinen ein entgegengesetztes Verhalten der Leukocyten bei Eiterung und bei Typhus als Regel anzusehen ist, und dass bei zweifelhaften Fällen hohe Leukocytenzahlen den Verdacht auf versteckte Eiterherde lenken müssen. So konnte ich bei einem Kranken, welcher ein Ulcus phagedaenicum penis ausgeheilt hatte und bald darauf an einem ascendierenden Fieber mit Diarrhöen und starker Milzanschwellung erkrankte, durch den Befund einer starken Leukocytose die anfänglich auf Typhus gerichtete Diagnose verwerfen und mich zu einer Punktion der sehr grossen Milz entschliessen, welche tatsächlich eine Abszedierung ergab, worauf der Patient durch Operation geheilt wurde.

Weniger einheitlich sind die Befunde bei fibrinöser Pneumonie, wo sich zumeist Leukocytosen finden, und zwar, wie zuerst v. Jacksch ermittelte, gerade bei den günstig verlaufenden Fällen besonders hohe Leukocytosen, doch sind der Ausnahmen von dieser Regel zu viele, als dass sich hier eine bestimmte prognostische Bedeutung ergäbe. Die frühere Angabe von v. Limbeck, dass die Zahl der Leukocyten proportional mit der Grösse des Entzündungsherdes wachse, trifft nach den Erfahrungen von Türk nicht zu.

Noch verschiedenartiger lauten die Angaben über die Leukocytenwerte bei Malaria, Diphtherie, Scharlach und Masern, und nur mit grosser Vorsicht lässt sich der Schluss ziehen, dass im allgemeinen die Leukocytenzahl am höchsten bei solchen Infektionskrankheiten ist, die, wie Sepsis, schwerer Scharlach, Malaria, Gifte produzieren, die einen nachweisbar deletären Einfluss auf die roten Blutkörperchen ausüben, mithin eigentliche Blutgifte bilden, währen Leukocytosen bei leichten Masern und Typhus fehlen, und gerade beim Typhus aus dem Verhalten der roten Blutkörperchen geschlossen werden muss, dass hier eigentliche Blutgifte keine Rolle spielen.

Von Wichtigkeit ist das Verhalten der Leukocyten bei schweren Anaemien, insofern diese Zellen auf der Höhe der Erkrankung vermindert sind und bei zunehmender Besserung des Blutbildes oft in augenfälliger Weise vermehrt erscheinen, trotzdem auch hier Blutgifte, allerdings anderer Art als bei den Infektionskrankheiten, eine Rolle spielen. Ebenso sieht man starke Leukocytosen bei regenerativen Vorgängen im Blute, nach starken Blutverlusten, sogenannte posthämorrhagische Leukocytosen.

Eine Illustration zu den erwähnten Regellosigkeiten der Befunde bildet das Verhalten der Leukocyten bei Carcinomatose, wo Strauss und Rohnstein neutrophile Leukocytosen im Gegensatz zu den perniziösen Anaemien konstatierten, während andere Autoren, zu denen ich selbst gehöre, und neuerdings Bushnell im Gegensatz hierzu in mehreren Fällen von Carcinomatose deutliche Lymphocytenvermehrung konstatierten, so dass auch aus diesen Verhältnissen keine sicheren differentialdiagnostischen Schlüsse zwischen perniziöser Anaemie und Carcinomatose gezogen werden können. Es sei hierbei der Versuch erwähnt, aus dem Mangel einer Verdauungs-Leukocytose auf das Vorhandensein eines Magencarcinoms zu schliessen, ein Verhältnis, das ebenfalls viel zu unsicher ist, um daraus wirklich stringente Schlüsse ziehen zu können.

Sahen wir bisher, dass die Hauptrolle bei den Leukocytosen die neutrophilen Zellen spielen, so gibt es einzelne seltene Fälle, bei welchen ganz einseitig die Lymphocyten vermehrt sind, sodass man hier von „Lymphocytosen" sprechen muss. Derartige Lymphocytosen sind bei verschiedenartigen Hauterkrankungen nach Tuberkulin-Injektionen, bei schwerer Rachitis beobachtet worden, sie spielen indessen wegen ihres seltenen Auftretens einstweilen keine besondere Rolle.

Anders verhält es sich mit den einseitigen Vermehrungen der eosinophilen Zellen, den eosinophilen Leukocytosen. Ich erwähne zunächst in Kürze, dass nach neueren Untersuchungen von Besançon und Labé, Richard Blumenthal u. a. das Auftreten vermehrter eosinophiler Zellen bei allen entzündlichen und kachektischen Krankheiten eine günstige Bedeutung besitzt und auf das Eintreten normaler Ernährungsverhältnisse, z. B. nach Inanition, hinweist. Im übrigen hat man starke „Eosinophilien" bei Bronchialasthma, bei Hautkrankheiten, nach Tuberkulin-Injektionen, ganz besonders aber bei Anwesenheit von Eingeweidewürmern, z. B. Anchylostomen, konstatiert, aber auch bei Filarien und anderen exotischen Parasiten soll die Eosinophilie ein konstantes Vorkommnis bilden und bei Trichinose so ausgesprochen vorhanden sein, dass sie hier als eines der sichersten differential-diagnostischen Zeichen angesehen wird. Wegen der Kürze der Zeit versage ich mir ein näheres Eingehen auf diese

Fragen, zumal wir heute noch einen ganz speziellen Vortrag hierüber von berufenster Seite zu erwarten haben.

Während bei den bisher erwähnten physiologischen und pathologischen Leukocytosen die normalen Blut-Leukocyten in verschiedenem Verhältnis beteiligt waren, ist das Blutbild der Leukaemie dadurch charakterisiert, dass die oben geschilderten pathologischen oder besser atypischen Formen stark vermehrt sind und vor den normalen prävalieren. Man findet einzelne atypische Formen, z. B. neutrophile einkernige, fast bei jeder Leukocytose und besonders reichlich im ersten Kindesalter, wo die Blutbildung anscheinend noch nicht so regelmässig vor sich geht wie im späteren Alter, immerhin aber nie in solcher Majorität wie bei der Leukaemie.

Da es hier nicht möglich ist, die ganze weitschichtige Lehre von der Leukaemie aufzurollen, so beschränke ich mich nur auf die Leukocytenbefunde im Blute und weise zunächst auf die ausserordentliche Wichtigkeit hin, welche gerade hier die Blutuntersuchung für die Diagnose besitzt, um die transitorischen Leukocytosen, in welchen wir einen dem Körper nützlichen Vorgang sehen, von der stets zum Tode führenden Krankheit der Leukaemie zu unterscheiden.

Die Kriterien dieser Unterscheidung liegen nicht so sehr in den numerischen Verhältnissen, obwohl bei vielen Leukaemien die Zahlen der Leukocyten so exzessiv hoch sind, dass damit allein schon die Diagnose gesichert ist. In anderen Fällen aber können sich die Zahlen noch innerhalb der Grenzen bewegen, die bei Leukocytosen vorkommen, und es giebt hier keine Scheidegrenze, bei der man sagen könnte: hier hört die Leukocytose auf, und hier beginnt die Leukaemie. Noch unsicherer ist die Angabe der Verhältniszahl von weissen zu roten Blutzellen, die normal 1:500—600 beträgt und bei Leukaemie auf 1:10 bis 1:1 und darunter sinken kann. Es gibt aber auch Leukocytosen bei starker Zerstörung von roten Blutkörperchen, wie man sie besonders bei schweren septischen Erkrankungen sieht, die Zahlen von 1:10 aufweisen können, und man kann diese Verhältniszahl also nicht zur Bestimmung der Diagnose, sondern nur der Schwere des Falles verwenden.

Die Diagnose der Leukaemie basiert vielmehr auf dem histologischen Befund im Blute, und man kann zwei Formen des leukaemischen Blutbildes unterscheiden, deren eines alle die einkernigen, neutrophilen, eosinophilen und basophil granulierten Myelocyten, daneben Erythroblasten und eine Quote normaler Zellen enthält, ein Befund, der von Ehrlich und seinen Nachfolgern als „myeloider“ Blutbefund bezeichnet wird, während diejenigen, wie Pappenheim, die mit Neumann annehmen, dass das Mark in jedem Falle von Leukaemie erkrankt ist, hier von „gemischtzelligen“ Befunden sprechen.

Im Gegensatz hierzu treten bei der zweiten Form die granulierten Typen vollständig zurück, auch fehlen die Erythroblasten, und die Hauptmasse der Zellen besteht aus einkernigen basophilen Zellen von allen möglichen Grössen, aufsteigend von den Formen der kleinen Lymphocyten bis zu den grossen, äusserst zarten sogenannten Stammzellen, von denen häufig infolge grosser Fragilität nichts weiter übrig geblieben ist als der Kern. Gerade diese grossen Formen und freien Kerne deuten in unzweifelhafter Weise auf den Ursprung eines Teiles der Leukocyten aus dem Marke hin, während eine andere Quote sicher aus den lymphatischen Apparaten stammt, so dass auch diese Formen des leukaemischen Blutbefundes „myelogene“ sind und nur wegen des einförmigen morphologischen Befundes zur Unterscheidung von den gemischtzelligen als „lymphoide“ Blutbefunde zu bezeichnen sind.

Wodurch diese eigentümlichen Verschiedenheiten in der Mischung der Zellen zustande kommen, entzieht sich einstweilen unserer Kenntnis. Es ist nach Benda sehr wohl möglich, dass anatomische Veränderungen der ausführenden Knochengefässe hierbei eine Rolle spielen. Dass zeitweise der leukaemische Blutbefund durch starke Einfuhr von polynukleären neutrophilen Zellen verwischt werden kann, ist bekannt, es handelt sich dann entweder um interkurrente entzündliche Erkrankungen oder besondere therapeutische Massnahmen oder unbekannte Ursachen. Jedenfalls können diese zeitweise auftretenden neutrophilen Leukocytosen nicht die Tatsache erschüttern, dass das leukämische Blutbild in exquisiter Weise ein „atypisches“ Leukocytenbild ist.

Bekannt ist auch, dass durch interkurrente fieberhafte Infektionskrankheiten, wie Eiterung, Influenza, Tuberkulose u. s. w., die Zahl der Leukocyten bei Leukaemie stark herabgesetzt werden kann, und dass man zeitweilig gehofft hat, hier einen Weg zur direkten therapeutischen Beeinflussung des leukaemischen Krankheitsprozesses zu besitzen. Es hat sich aber gezeigt, dass es sich auch hier nur um interkurrente Verschiebungen in den Blutbildern handelt und ein definitives Verschwinden der atypischen Leukocytenformen nicht zu erzielen ist.

Gerade die Lehre von der Leukaemie zeigt am deutlichsten die Schwankungen und Schwierigkeiten, welche die Interpretation der Blutzellen nach klinischen Gesichtspunkten mit sich bringt. Während Ehrlich anfänglich den Befunden von vermehrten eosinophilen Zellen eine ausschlaggebende Bedeutung für die Diagnose der Leukaemie beilegte, sollten weiterhin die sogenannten lymphatischen oder, wie wir sagen, lymphoiden Blutbefunde auf eine primäre Erkrankung des lymphatischen Systems und der Milz, die Myelocyten dagegen auf eine solche des Markes hindeuten. A. Fränkel hielt die lymphatischen Blut-

befunde für charakteristisch bei akut verlaufenden Leukaemien, und die gemischtzelligen Befunde sollten nur bei chronischen Formen vorkommen.

Alle diese Regeln haben so viele Ausnahmen erfahren: das genaue Studium der Leukocyten hat die Provenienz lymphatischer Zellen aus dem Marke ergeben, ferner hat sich die ältere Angabe von Neumann durchaus bestätigt, dass das Knochenmark überhaupt bei jedem Falle von Leukaemie erkrankt ist, und es ist deshalb für die Klinik als wirklich gesicherter Besitz im wesentlichen die viel grössere Sicherheit in der Diagnose aus der Kenntnis des feineren Baues der Leukocyten übrig geblieben, dagegen sind für die Art des Verlaufes, die Provenienz der Zellen und die Prognose des einzelnen Krankheitsfalles nur mit grösster Vorsicht Schlüsse zu ziehen, und das ganze Wesen der Leukaemie ist trotz aller dieser Studien auch heute noch nicht erklärt.

Schliesslich erwähne ich, dass bei verschiedenartigen Knochenmarkerkrankungen, z. B. chronischen Entzündungen, Sarkom, Myelom, Chlorom u. a., Blutbefunde mit atypischen Leukocyten auftreten können, welche an Leukaemie erinnern, unzweifelhaft, weil durch die Markerkrankung unfertige Vorstufen der Leukocyten zur Proliferation und Ausschwemmung in die Zirkulation gelangen, so dass man diese bestimmt lokalisierten und charakterisierten Markerkrankungen als pseudoleukaemische bezeichnet hat, obwohl diese Erkrankungen an sich mit der eigentlichen Leukaemie gar keine Ähnlichkeit haben. Bemerkenswert ist, dass bei akuten Osteomyelitiden, wenigstens nach meiner Erfahrung, atypische Leukocyten sehr selten auftreten.

Überblicken wir zum Schlusse die in Rücksicht auf die zu Gebote stehende Zeit kurz skizzierten Resultate der klinischen Leukocyten-Untersuchungen, so wie sie sich bei objektiver Beobachtung darstellen, so ergibt sich das Resultat, dass die Klinik wegen all der erwähnten histologischen, histogenetischen, physiologischen und pathologischen Unklarheiten nur mit Vorsicht und in einer beschränkten Zahl von Fällen sichere Schlüsse aus den Leukocytenbefunden ziehen kann, dass hauptsächlich empirisch diesen Befunden auf Grund grosser Beobachtungsreihen ein gewisser symptomatischer Wert beizumessen ist. Es ist dies Zugeständnis gewiss bedauerlich, aber es ist immerhin besser, diese Tatsache offen anzuerkennen, als Hypothesen zu schaffen, welche am Krankenbette zu recht bedenklichen Konsequenzen führen können und schliesslich muss man sich an den Gedanken gewöhnen, dass die Zeiten vorüber sind, wo es möglich war, das Gold der neugewonnenen pathologisch-anatomischen und histologischen Entdeckungen unmittelbar

in gangbare klinische Münze umzuprägen und den Fonds des Wissens zu bereichern. Es muss ausgesprochen werden, dass eine zu starke Betonung der histologischen Veränderungen gerade in der Hämatologie auch bei den roten Blutzellen nicht zu einer Förderung der klinischen Auffassungen und der therapeutischen Konsequenzen geführt hat, dass man vielmehr auch auf dem Gebiete der Anaemie erst zu einer klareren Erkenntnis und zu gesichertem therapeutischen Handeln gelangt ist, nachdem man sich überzeugt hat, dass nicht die zelligen Veränderungen allein das Entscheidende sind.

Nur wenn wir uns von den beengenden Vorstellungen freimachen, welche die allzu hohe Bewertung kleiner morphologischer und tinktorieller Unterschiede an den Leukocyten und die im einzelnen unlösbare Frage nach der lokalen Provenienz mit sich bringen, wird die klinische Leukocytenlehre von dem unfruchtbaren Boden histologischer Streitpunkte zu neuen aussichtsvollen Zielen geführt werden, und es kann nach allen meinen Ausführungen kein Zweifel daran sein, dass diese zukünftigen klinischen Studien auf die Funktionen der Leukocyten gerichtet sein müssen.

Der Weg, der hierbei zu verfolgen sein wird, ist zum Teil durch die Untersuchungen von Arnold und Hesse vorgezeichnet. Andere Mittel werden sich auf experimentellem Wege schaffen lassen, und ich bezweifle nicht, dass wir die wertvollsten Aufschlüsse über die physiologischen und pathologischen Funktionen der Leukocyten erhalten werden, wenn sich erst die Erkenntnis Bahn gebrochen hat, dass erstens unser bisheriges Wissen hierüber sehr gering ist, und dass zweitens die bisherigen histologischen Methoden nicht geeignet sind, das Wissen über die Funktionen der Leukocyten in der nötigen Weise zu fördern.

Schon heute können wir als positives Ergebnis der neueren Forschungen verzeichnen, dass die allgemein anerkannte phagocytäre und antitoxische Tätigkeit der Leukocyten des Blutes nicht die einzigen Funktionen derselben bilden, dass dieselben wahrscheinlich physiologisch überhaupt nur eine geringe Bedeutung haben, die zu der ungeheuren Menge der vorhandenen Leukocyten in keinem Verhältnis steht, sondern vorzugsweise erst in pathologischen Zuständen in Wirksamkeit tritt. Für die Physiologie ist festzuhalten, dass die Blutleukocyten verschiedene Fermente bilden, dass sie nicht nur Sekretions-, sondern auch Assimilations- und Transportorgane für verschiedene Eiweisskörper, Eisen, Fett, wahrscheinlich auch für Lecithin und Glykogen bilden und somit unzweifelhaft eine hohe Bedeutung für die gesamte Ökonomie des Körpers haben. Ein Teil der Zellen, deren Protoplasma keine Differenzierung

bildung von Blutzellen in fötalen Geweben behauptet, die im Mesenchym entstehen oder frühzeitige „primäre“ Wanderzellen (von der ersten Blutanlage) sein sollen. Freilich steht diese Ansicht nicht widerspruchslos da. Was nun die Anlage der eigentlichen fötalen Organe zur Bildung farbloser Blutzellen angeht, so wird für die Thymus von einzelnen Autoren eine Abstammung ihrer Lymphzellen von ihrer epithelialen Matrix angenommen, aber doch meistenteils die Annahme bevorzugt, dass das lymphatische Gewebe erst an die Stelle der epithelialen Bildung tritt. Für die Entstehung der Lymphdrüsen gewinnt die Mehrzahl der Untersucher die Überzeugung, dass die ersten Lymphzellen nicht an Ort und Stelle entstanden, sondern angesiedelte Wanderzellen sind. Ebenso zeigt die fötale Leber Eigentümlichkeiten, die an ein Sesshaftwerden importierter Blutbildungszellen denken lassen, da ein Teil der jungen Zellen sich ausserhalb der Gefässe entwickelt. Für den ersten Ursprung der farblosen Milzzellen fehlen noch hinreichende embryologische Grundlagen. Bezüglich des am spätesten entstehenden Blutbildungsorgans, des Knochenmarks, ist noch unentschieden, ob die ersten Markzellen eingewanderte Leukocyten oder Abkömmlinge des Reticulums, resp. der embryonalen Bindesubstanz sind. Fassen wir die noch schwankenden Angaben über die Leukocytenbildung beim Embryo zusammen, so ergibt sich als Resultat:

Die bisherigen Daten über die Entwicklung sämtlicher blutbildenden Organe beim Fötus widerstreiten der Hypothese nicht, dass die Leukocyten des Bluts und Blutbildungsapparats (NB. ebenso wie die Erythrocyten) eine besondere Zellart darstellen könnten, die schon von frühen Stadien der embryonalen Entwicklung an ein nomadenartiges Dasein im Zellstaat führen und sich in gewissen Organen sesshaft machen, aus denen eine beständige Quelle neuer farbloser Blutzellen zu fliessen vermag. Aber daneben ist noch die Möglichkeit offen zu lassen, dass auch gewisse Zellen embryonaler Grundsubstanzen oder Endothelien zur Fötalzeit Leukocyten produzieren können.

Bei einem solchen Überblick über fötales Blut und fötale Blutbildung offenbart sich eine Tatsache, die zunächst recht paradox erscheint. Der Embryo verfügt über eine Menge leukocytenbildender Apparate. Ausser der angefochtenen Entstehung von Blutzellen in verschiedenen Bindegewebsterritorien sind nicht nur Leber, Milz, Lymphdrüsen und Knochenmark zur Hämatogenese vorhanden, sondern ein eigenes fötales Organ, die Thymus, scheint in diesen Dienst gestellt. Trotz alledem ist das fötale Blut lange Zeit äusserst arm, ja in der ersten Periode des intrauterinen Lebens fast frei von Leukocyten. Ich habe wohl schon im Herzblut menschlicher Föten um den Anfang des 4 Monats Leukocyten (darunter neutrophile) in Ausstrichpräparaten

konstatiert, aber ihre Zahl wird erst in der zweiten Hälfte gelegentlich grösser. Dieses Faktum wirft ein scharfes Licht auf Verhältnisse, die für das ganze extrauterine Leben bedeutungsvoll erscheinen. Es zwingt uns, nie zu vergessen, dass die Blutbildungsorgane Magazine sind, bei denen Vorrat und Export nicht immer in kongruentem Verhältnis stehen. Es sind Lagerplätze, deren Ausfuhr sich nach dem Bedürfnis an Blutzellen richtet. Auf diesen Refrain werden wir wiederholt zurückkommen. Im fötalen Leben findet sich keine so erhebliche Verwendung für die farblosen Blutzellen wie späterhin, da die physiologische und pathologische Beanspruchung gering zu sein pflegt. Die Verdauung fehlt, äussere Schädigungen sind selten. (Möglich ist aber auch, dass bei dem zeitlichen Zusammenfallen der Zunahme der Leuckoyten mit der fortschreitenden Entwicklung des Knochenmarks gerade dieser Bildungsstätte eine stärkere Beteiligung zuzusprechen ist.) Die Rolle der Leukocyten wird nach der Geburt erst bedeutungsvoll. Verfolgen wir ihre

Entstehung nach der Geburt,

so soll ihr Ursprung unter normalen und pathologischen Zuständen besonders betrachtet werden. Als Stätten der physiologischen Leukocytenbildung gelten das Blut, die Lymphknoten, die Milz und das Knochenmark. Die von Spronck im menschlichen Blut nachgewiesenen Mitosen beweisen eine Vermehrung der Leukocyten im strömenden Blute, die aber angesichts des erheblichen Leukocytenverbrauchs nur eine nebensächliche Bedeutung besitzt. An der Leukocytenbildung durch Lymphdrüsen und Lymphknötchen besteht kein Zweifel, seitdem Flemming die Keimzentren als besondere Einrichtungen zur Produktion neuer Lymphocyten demonstriert hat. Bei der Bewertung dieser Leukocytenquelle wird ein Punkt oft nicht gebührend beachtet. Die Keimzentren sind keine bleibenden Bildungen, sondern entstehen und vergehen, je nach der Einwirkung besonderer formativer Reize. Die Lymphknoten sind Zelldepots, deren Proliferationsenergie sich nach dem Bedürfnis regelt. Krankheitsherde in der Nachbarschaft der Lymphdrüsen können zur Erzeugung von Keimzentren führen. Schon diese Beobachtung weist darauf hin, dass die Zellneubildung in den Lymphknoten nicht nur zum Zwecke des Exports in die Zirkulation vor sich geht. Ein guter Teil der Zellen wirkt an Ort und Stelle, ein anderer wandert in die nächste Nachbarschaft, z. B. ins Epithel. Also auch im extrauterinen Leben stehen Leukocyten-Produktion und -Ausfuhr in die Zirkulation in keinem äquivalenten Verhältnis. Um zu erkennen, wieviel der gebildeten farblosen Zellen in den Kreislauf übertreten, lassen sich 2 Mittel verwerten, nämlich erstens ein Vergleich der Leukocytenzahl in den zu- und abführenden Kanälen, zweitens eventuell ein Vergleich der Leukocytenform im Blut und

Blutbildungsorgan. Bezüglich der Leukocytenzahl steht nun seit Brücke fest, dass die Lymphe sich beim Durchströmen durch die Lymphknoten mit Lymphzellen anreichert. Bei der Beurteilung der Leukocytenform als Maßstab für die Lymphdrüsentätigkeit stossen wir aber auf Schwierigkeiten. Denn einmal kommen in der Lymphdrüse, wenn auch spärlich, granulierte Leukocyten vor. Sodann strömen Lymphocyten nicht nur aus den Lymphdrüsen in die Blutbahn ein. Ein Vergleich mit der Lymphocytenzahl im Blute giebt darum keinen sichern Aufschluss, weil eine Fortentwicklung der Lymphocyten zu anderen Leukocytentypen im strömenden Blute von beachtenswerter Seite behauptet wird. Die aus den Lymphdrüsen stammende Leukocytenquote ist also schwer zu beurteilen. Zu den weiteren Quellen der Leukocyten pflegt man die Milz zu zählen. Die Milz ist von jeher das Schmerzenskind der Hämatologie gewesen. Ihr Bau legt ihre blutbildende Tätigkeit nahe, ohne dass in ihren abführenden Gefässen die Vermehrung der Leukocyten als eine regelmässige Erscheinung zu betrachten ist. Die hyperplastische Vergrösserung der Lymphdrüsen nach Milzexstirpation ist wohl ein kompensatorischer Vorgang; nur fragt es sich, für welche Milzfunktion, ob für die blutbildende oder blutreinigende. Da nach der Milzexstirpation auch keine Leukocytenart im Blute schwindet, sondern zeitweise eine Vermehrung der Lymphocyten zu beobachten ist, lässt sich über bestimmte Leukocytenbeiträge aus der Milz wenig sagen. Sie steht bei der Erzeugung farbloser Blutzellen kaum im Vordergrunde. Eine weit bedeutungsvollere Stellung kommt sicherlich dem Knochenmark als Ursprungsstätte der Leukocyten zu. Wir verfügen über 2 interessante Erfahrungstatsachen, welche die Beziehungen der farblosen Blutzellen zum roten Mark beleuchten. Die wichtigste Erkenntnis ist von Neumann gewonnen; er stellte fest, dass die Knochenmarksvenen und venösen Kapillaren einen Leukocytenreichtum aufweisen, der ihrem Blut ein geradezu leukaemisches Gepräge verleiht. Die zweite viel erörterte Tatsache ist von Ehrlich entdeckt und besagt, dass in keinem anderen Blutbildungsorgan so reichliche farblose Zellen mit den Granulationen der Leukocyten vorhanden sind wie im Knochenmark. Aus dieser Fähigkeit und Tendenz der Markzellen zur Bildung spezifisch färbbarer Körnchen darf der weitere Schluss gezogen werden, dass das Mark zu den Leukocyten in genetischer Beziehung steht. Ehrlich ist aber weiter gegangen. Nach ihm sollen alle granulierten Blutzellen aus dem Knochenmark stammen und von den ungekörnten Lymphocyten artverschieden sein. Es wird jetzt zu prüfen sein, ob wirklich zwischen Lymphocyten und granulierten Leukocyten durchgreifende Differenzen in Bezug auf ihre Lokalisation, ihre Funktion, ihre Histiogenese bestehen. Diese Frage bildet eine der lebhaftesten Streitpunkte der modernen Blutlehre.

In Bezug auf die Örtlichkeit ist bereits erwähnt, dass in Lymph-

drüsen auch einzelne granulierte Zellen vorkommen, und auch für die anderen Blutbildungsstätten steht es für das fötale und extrauterine Leben fest, sowohl für die normalen, als auch pathologischen Verhältnisse, dass sie spezifisch gekörnte Leukocyten enthalten. Andererseits steht es fest, dass die Lymphocyten einen bestimmten Bruchteil der Knochenmarkselemente ausmachen. Quantitative Differenzen gestatten keine prinzipielle Unterscheidung. Eine scharfe räumliche Sonderung der Ursprungsstätten von Lymphocyten und granulierten Leukocyten ist nicht durchführbar. Man kann diesen Punkt also zur prinzipiellen Trennung zweier Leukocytenklassen nicht verwerten.

In funktioneller Hinsicht hat man versucht, den Lymphocyten die Fähigkeit zur Wanderung und zur Phagocytose abzusprechen. Die aktive Beweglichkeit der Lymphzellen ist aber seit Ranvier wiederholt unter dem Mikroskop beobachtet, die Phagocytose in den Lymphdrüsen gelegentlich zu erkennen. Beide Eigenschaften sind bei dem Protoplasmareichtum der granulierten Leukocyten in diesen nur stärker ausgesprochen und leichter nachzuweisen. Wird nun nicht ein wesentlicher funktioneller Unterschied zwischen Lymphocyten und granulierten Leukocyten durch die Ausbildung eben dieser Granula bedingt? Hier muss ich mich durchaus der Anschauung Ehrlichs anschliessen, dass die Granula, wenigstens die eosinophilen und neutrophilen, spezifische Differenzierungsprodukte des Leukocytenplasmas darstellen. Eine Beziehung der eosinophilen Körner zum Blutfarbstoff ist durch nichts bewiesen, von ihrem Eisengehalt habe ich mich nicht überzeugen können. Ob sie zu Altmanns Elementarkörnchen oder Arnolds Plasmosomen in Beziehung stehen, scheint mir für unsere Frage irrelevant. Ich teile die Ehrlichsche Anschauung von der spezifisch chemischen Natur der Leukocytengranula so lange, bis der Nachweis ihrer Entstehung in Zellen ausserhalb des Blutbildungsapparates geführt ist. Bestärkt werde ich in dieser Ansicht dadurch, dass ich nachweisen konnte, dass die Charcot-Neumannschen Kristalle, das spezifische Produkt der Autolyse im Knochenmark, sich gerade im Protoplasma der eosinophilen Zellen oder feinkörniger Leukocyten ausscheiden. Trotz dieser Harmonie mit Ehrlichs Ansicht von der funktionellen Differenzierung der gekörnten Leukocyten liegt kein Zwang vor, den Lymphocyten nach der Geburt eine solche weite Differenzierung abzustreiten. In diesem Sinne spricht gerade die Histiogenese der Knochenmarkszellen. Versucht man hier eine Genealogie der Zellen aufzustellen, so ist als Höhepunkt der typischen Ausgestaltung der Leukocyten die gelapptkernige, granulierte Zelle anzusprechen. Dass die gelappt-kernigen Zellen aus rundkernigen hervorgehen, dass ferner die granulierten, wenigstens teilweise, aus ungranulierten entstehen, muss allseitig anerkannt werden. Soll eine prinzipielle Trennung zweier Leukocytenklassen aufrecht zu erhalten sein, so müssen zwischen den Lympho-

cyten und den ungekörnten Vorstufen der Myelocyten sinnfällige Unterschiede bestehen. Solche sind aber nicht sicher zu konstatieren. Weder die Basophilie des Zellprotoplasmas, noch die schwankende Grösse des Zelleibs, noch die Kernverschiedenheit sind durchgreifende Kriterien. Die Basophilie braucht, wie ich zeigen konnte, nur in einer bestimmten Phase des Zellebens aufzutreten, besonders in der Jugend. So können auch junge spezifisch granulierte Markzellen nebenher basophiles Protoplasma darbieten. So wird man denn auf die basophilen Elemente, also auf Lymphocytenformen als Mutterzellen im Mark hingewiesen. Sind doch auch die Leukocyten der Keimzentren und die jugendlichen Leukocyten der fötalen Leber durch basophiles Protoplasma ausgezeichnet. Wenn nun das Knochenmark auch das Hauptkontingent granulierter Zellen im Körper stellt, so lehrt schon seine eigene Entwicklung, dass eine strenge genetische Grenze zwischen lymphoidem und myeloidem System nicht zu erkennen ist.

Noch ein weiterer Punkt ist histogenetisch gegen eine solche Trennung anzuführen! Giebt es nun ausser den bisher genannten Blutbildungsorganen noch Bildungsstätten für Leukocyten, die erst nach der Geburt sich anlegen? Diese Frage ist zu bejahen, da sich in den verknöchernden Kehlkopfknorpeln rotes Mark mit allen Varietäten der Leukocyten vorfindet. Wo kommen die Stammelemente dieser Blutzellen her? Man könnte an Gefässendothelien denken, wenn sich nicht Zweifel regten, ob man Endothelien schlankweg die Fähigkeit der Blutzellbildung zutrauen darf. Wenn die Endothelien solche Qualitäten besitzen, warum verraten sie dieses Talent nicht bei schweren Anaemien in den verschiedensten Organen? Es ist mir daher wahrscheinlicher, dass sich in dem geeigneten Terrain des jungen Knochens Blutbildungszellen gewissermassen als physiologische Metastasen ansiedeln. So habe ich bereits die hie und da einmal eintretende extrauterine Blutzellbildung in der Leber bei myelogener Anaemie zu erklären versucht. Bei diesen „Metastasen“ liegt die Annahme der Entstehung aller Leukocytentypen aus einer Stammform ungemein nahe. Gingen die verschiedenen Formen aus angesiedelten Lymphocyten und eosinophilen, neutrophilen etc. Myelocyten hervor, so müsste man eine nesterartige Anordnung der einzelen Formen erwarten, sie liegen aber ganz durcheinander gemengt wie auch sonst im Mark.

Fassen wir unsere Betrachtungen über den extrauterinen Ursprung der farblosen Blutzellen unter normalen Verhältnissen zusammen, so sehen wir Organe mit reichlichem Vorrat von Leukocyten diese nach Bedarf an das Blut abgeben. Wir besitzen keine Erfahrung, aus der folgte, dass die Leukocyten des normalen Blutes anderswoher als aus einem embryonal angelegten Blutbildungsgewebe stammen. Das Merkwürdigste an der Leukocytenausfuhr ist die physiologisch schwankende Zahl der dem Blute übergebenen Leukocyten. Wie sich

das Blut an bestimmten Höhen der Erdoberfläche auf eine gleichbleibende Erythrocytenmenge einstellt, weil die klimatischen Bedingungen für die erforderliche Erythrocytenzahl dieselben bleiben, so muss eine häufig wechselnde Einstellung des Blutes auf Leukocyten erfolgen, weil die Bedingungen für die erforderliche Leukocytenzahl auch innerhalb eines Tages schwanken. Diese Bedingungen treten am deutlichsten bei dem normalen und pathologischen Anstieg der Leukocytenzahl, bei der Leukocytose, zutage. Wir gelangen damit zur Bildung der Leukocyten unter pathologischen Umständen. Die Leukocytose und die Leukaemie sind die hier interessierenden Prozesse. Bezüglich der Leukocytose, bleibt zu erörtern, woher die gesteigerte Menge von Leukocyten ihren Ursprung nimmt, und welche Kräfte den Anstoss zum gesteigerten Export geben. Als Quelle der Leukocytose ist jede Blutbildungsstätte einmal von mindestens einem Autor angesprochen worden, ausserdem ist für die Leukocytose auch ein gelegentlicher Übertritt von Zellen aus dem Gewebe in das Blut verantwortlich gemacht. So lässt Marchand leukocytoide Zellen aus der Adventitia, Ad. Schmidt eosinophile Zellen aus den Schleimhäuten in das Blut wandern. Nach den früheren Ausführungen ist aus der Struktur der Leukocyten kein unfehlbarer Schluss auf ihre Herkunft zu ziehen. Aber auch eine Hyperplasie von Milz oder Lymphdrüsen kann, wie der Typhus lehrt, ohne jede Leukocytose verlaufen. Also auch bei entzündlicher Schwellung eines Blutbildungsorgans ist Zellenneubildung und Zellenexport nicht kongruent. Eine Markhyperplasie in der Form der roten Metaplasie des Extremitätenmarks ist nun bei Infektionsprozessen eine sehr gewöhnliche Veränderung. Es sprechen einige anatomische und experimentelle Erfahrungen dafür, dass das Knochenmark für die Leukocytose eine besondere Bedeutung besitzt. Denn nach intravenösen Bakterieninjektionen wurde die Zahl der aus dem Knochenmark herausbeförderten Leukocyten, besonders der gelapptkernigen, vermehrt gefunden. Ferner konstatiert man in Fällen von Leukocytose sehr gewöhnlich auch einen Übertritt von Knochenmarksriesenzellen in die Blutbahn, welche vornehmlich in den Lungenkapillaren stecken bleiben. Bezüglich der austreibenden Kräfte braucht nur daran erinnert zu werden, dass man die Leukocytose dem biologischen Phänomen der Chemotaxis unterordnet. Wirft man die Frage auf, ob die Leukocytose nicht auch von einem passiven Leukocytenexport aus den Blutbildungsorganen abhängig ist, so könnte man sich auf die Möglichkeit einer infektiösen Markschwellung und die bei der Leukaemie zu besprechende Mechanik im Knochenmark berufen. Die Embolie der Knochenmarksriesenzellen ist nicht entscheidend, da diese Elemente aktiv beweglich sind. Gegen die mechanische Austreibung der Markzellen bei der Leukocytose spricht das Fehlen der kernhaltigen roten Blutzellen in der Zirkulation, das Fehlen der Leukocytenvermeh-

rung, wenn die Toxine wie beim Typhus nicht chemotaktisch wirken. Das Wesen der Leukocytose lässt sich dahin definieren, dass sie ein im wesentlichen aktives Eindringen einer gesteigerten Leukocyten-Menge aus dem normalen oder vermehrten Vorrat der Blutbildungsorgane darstellt, als Ausdruck einer zweckmässigen Reaktion meist auf chemotaktische Irritationen, als sekundäres, symptomatisches Phänomen. —

Im Gegensatze zu dieser Leukocytose steht meines Erachtens auch heute noch jede Leukaemie. Der Ursprung der Leukocyten bei der Leukaemie bedeutet zugleich die Pathogenese dieses Krankheitsproblems. Der Virchowsche Gedanke, dass die leukaemische Blutmischung die Folge einer gesteigerten Zellproliferation in den Blutbildungsorganen sei, hat sich als siegreich erwiesen. Aber die darauf fussende Einteilung der Leukaemien je nach der Schwellung der einzelnen hämatopoetischen Systeme musste aufgegeben werden. Als Einteilungprinzip konnte nur die Form der Leukocyten im Blute gebraucht werden, da im einzelnen Falle dieselben Leukocyten im Blut und in allen betroffenen hyperplastischen Blutbildungsorganen vorhanden sind. Zwei pathogenetische Theorien streiten heute um den Vorrang. Ehrlich hat seine dualistische Auffassung der Leukocyten auch auf die Leukaemie übertragen. Bei der lymphoiden Leukaemie soll die Wucherung des lymphoiden Gewebes in und ausserhalb der Blutbildungsstätten passiv massenhafte Lymphocyten ins Blut hinaustreiben. Bei der myeloiden Leukaemie soll dagegen durch Chemotaxis eine aktive gemischtzellige Leukocytose zustande kommen und die Wucherung myeloiden Gewebes in und ausserhalb des Markes die Folgeerscheinung darstellen. Der Ehrlichschen Hypothese steht die zuerst von Neumann aufgestellte gegenüber, nach der die Leukocyten im leukaemischen Blut stets aus dem Knochenmark stammen. Zu ihrer Begründung ist anzuführen: Leukaemisches Mark und leukaemisches Blut gleichen sich in positiven und negativen Eigenschaften. Das Knochenmark ist bei Leukaemie stets hyperplastisch geschwollen, in einzelnen Fällen allein betroffen. Das wuchernde Mark hat in der Knochenkapsel keinen Platz, es fliesst so zu sagen ins Blut über. Pathologische Erfahrungen wie die Fettembolie lehren die nahen Beziehungen zwischen Blut und Markgewebe. Nach dieser Theorie ist jede Leukaemie eine passive Leukocytenausschwemmung aus dem Knochenmark. Die Form der Leukocyten hängt von der funktionellen Reifung der Zellen im Mark ab. Der eigentliche Reiz dieser Hypothese liegt darin, dass sie die echte Pseudoleukaemie erklärt, indem sie diese als Wucherung der Blutbildungsorgane ohne diffuse Mitbeteiligung des Knochenmarks hinstellt. Blutzellbildung und Blutzellexport sind auch bei geschwulstartiger Hyperplasie keine parallelen Erscheinungen. Kein Moment lockt die pathologisch gewucherten farblosen Zellen aus Milz und

Lymphdrüsen bei Pseudoleukaemie aktiv ins Blut hinein. Das Knochenmark, welches ich bei Pseudoleukaemie mehrfach unverändert fand, könnte die notwendige Leukocytenzahl auch allein liefern. Die gelapptkernigen Leukocyten im Blute der myeloiden Leukaemie brauchen dagegen nicht aktiv ins Blut hineingewandert zu sein, denn das eiterartig geschwollene Mark enthält viel gleiche Elemente. Gegen die Erklärung dieser Leukaemie als aktive Leukocytose dürfte auch die frühzeitige diffuse Markhyperplasie sprechen. Der Begriff der gemischtzelligen Leukocytose tut ferner der Schönheit des Ehrlichschen Gedankens von der spezifischen Leukocytose Eintrag. Es empfiehlt sich demnach, der Leukocytose die Leukaemie gegenüberzustellen als einen Prozess, bei dem eine unzweckmässsige passive Ausfuhr von Leukocyten aus dem gewucherten Knochenmark erfolgt, und diese Überladung des Blutes mit farblosen Zellen ist der Ausdruck eines essentiellen Leidens.

Nachdem wir den Ursprung der farblosen Blutzellen eingehender verfolgt haben, sei ihren

Schicksalen unter normalen und pathologischen Verhältnissen

eine kürzere Betrachtung gewidmet. Man wird ihren Funktionen auch heute noch am ehesten gerecht, wenn man die Formel Metschnikoffs zugrunde legt. Massgebend war für den Phagocytenbegriff der phylogenetische Gedanke. Noch bei den Schwämmen nimmt das Mesoderm neben dem Entoderm an der Verdauung der Nahrung Anteil. Tritt später eine Trennung des Mesoderms vom Entoderm ein, so bleibt den Mesodermzellen nur noch die Verdauung innerhalb des Parenchyms reserviert. Auch fixe Gewebszellen sind Phagocyten; im Gegensatz zu ihnen sind die Leukocyten, den Protozoen vergleichbar, stets frei bewegliche Phagocyten, daher können sie überall hingelangen, um das Blut und die Organe mechanisch zu säubern und chemisch zu reinigen. So wirken sie schon in ihren Geburtsstätten, welche als lebende Filter in die Blut- und Lymphmasse eingeschaltet sind. So schliessen sie Verunreinigungen des Blutes wie Pigmente, Bakterien, Protozoen, Fettropfen, selbst injizierte Metallsalze in sich ein. Solche Fremdstoffe werden von ihnen den Ausscheidungsorganen zugeführt, oder intrazellulär verarbeitet, verdaut. Hier fügen sich Vorgänge an, die sich noch präziser beobachten lassen, wenn die Leukocyten ihr Endschicksal ausserhalb der Blutbahn finden. Ihre Einwanderung ins Epithel der Rachenhöhle mit Übergang in den Speichel als Speichelkörperchen, ihre Teilnahme an den Staubzellen im Schleim der Luftwege sind geläufig. Interessant ist ihre Beteiligung am Verdauungsprozess im Darm. Seit Heidenhain steht fest, dass die Darmschleimhaut zur Zeit der Verdauung an Zellreichtum zunimmt und namentlich rotkörnige Wanderzellen enthält. Nach neuen Untersuchungen soll die

Ernährungsweise auf die Menge und Art der in der Darmschleimhaut sich ansammelnden Zellen von Einfluss sein. Jedenfalls erkennt man an den Wegspuren im Epithel, dass viele Wanderzellen hierbei verbraucht werden. Diesen physiologischen Endschicksalen von Abkömmlingen der Bludbildungsorgane steht als pathologisch potenziertes Seitenstück die Emigration der Leukocyten bei der Entzündung gegenüber. In jeder Trias von Erscheinungen, welche den morphologischen Inhalt des Entzündungsvorgangs ausmacht — Gewebeläsion, Gefässspiel, Gewebeproliferation — stehen die Ereignisse am Zirkulationsapparate im Vordergrunde. Für dieses Gefässspiel ist wieder das Verhalten der farblosen Blutzellen in hohem Masse bezeichnend. In Abhängigkeit von der Natur des Entzündungsreizes schwankt neben der Zahl eigentümlicher Weise auch die Form der ausgewanderten Leukocyten. Man kann z. B. mit einer gewissen Berechtigung die pflanzlichen und tierischen Parasiten so gegenüberstellen, dass die Bakterien meist zahllose neutrophile Eiterzellen, die tierischen Parasiten spärlichere eosinophile Leukocyten um sich versammeln. Vielleicht beruht der geringere Reizeffekt der Entozoen auf einer grösseren Gewebsverwandtschaft. Entschieden interessanter ist die Tatsache, dass akute Entzündungen zu Anhäufungen granulierter gelapptkerniger Leukocyten im Exsudat und Gewebe führen, die chronischen zu Ansammlungen von Lymphoidzellen. Zur Erklärung dieses Faktums sind mehrere Ansichten aufgestellt worden. Neben der Möglichkeit der Entstehung der kleinzelligen Infiltrate aus vergrösserten Lymphknötchen (Ribbert) ist an der Emigration von Lymphocyten aus den Blutgefässen bei der chronischen Entzündung nicht zu zweifeln. Dass hier Lymphocyten vorherrschen, erklärt von Baumgarten durch eine schwächere Alteration der Gefässe, die nur für kleinere Elemente durchlässig sind. Neumann betont die Spärlichkeit des flüssigen Exsudates bei der chronischen Entzündung; es fehle der Spielraum für die Lymphocyten, sich zu grösseren Leukocyten auszudehnen. Da sich aber bei chronischen Entzündungen die Lymphocyten auch innerhalb der Blutgefässe des entzündeten Gewebes lokal vermehrt finden, möchte ich die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass sie bei chronischer Entzündung besonders angelockt werden. Die Aufgaben der emigrierten Leukocyten bei der Entzündung lassen sich in 3 Kategorien trennen, indem sie erstens die Entzündungserreger zu beseitigen suchen, zweitens bei der Gewebseinschmelzung eine Rolle spielen und drittens zum Gewebsneubau in Beziehung gesetzt sind. Die das Verhältnis der Eiterzellen zu Bakterien präzisierende Metschnikoffsche Theorie ist seit den führenden Arbeiten v. Baumgartens und seiner Schüler nicht mehr in der alten Form aufrecht zu erhalten, doch ist die Idee Metschnikoffs von der biochemischen Beteiligung der Leukocyten am Vernichtungsprozess der Bakterien nicht mehr eingeschlafen. Heute hat sich die Anschauung durchgesetzt,

dass die Säuberung des Blutes und der Gewebe von bakteriellen Sekretionsstoffen oder den Inhaltsprodukten der Bakterienleiber durch Substanzen erfolgt, die in Körperflüssigkeiten gelöst sind. METSCHNIKOFF meint, dass die bakterientötenden chemischen Prinzipien nur im Leibe der Phagocyten entstehen und ihr freies Vorkommen nur durch eine Schädigung der Phagocyten zu erklären wäre. Eine zweite Gruppe von Autoren stellt das extrazelluläre Vorhandensein enzymartig wirkender Schutzstoffe als Regel hin, betrachtet diese „Alexine“ aber als Sekretionsprodukte der Leukocyten. Eine dritte Gruppe von Autoren endlich leitet nur das eine Prinzip der aus 2 Komponenten bestehenden Bakteriolyse, den sogenannten Zwischenkörper, vornehmlich aus den Blutbildungsorganen ab. So bleibt also ein Accent des bakteriolytischen Vorgangs auf den Zellen des hämatopoetischen Systems ruhen. Eine fermentative Tätigkeit der Leukocyten wird dazu angenommen. Hat man doch auch in den Leukocyten schon mehrere Fermente sicher nachgewiesen, z. B. ein diastatisches Ferment, welches Stärke verdaut, ferner Enterokinase, welche Pankreassaft aktiviert. Auch ein proteolytisches Ferment scheint aus Experimenten mit Leukocyten sich zu ergeben. Gerade solche Untersuchungen bedürfen dringend der Fortsetzung und Vertiefung. Zu den sehnsüchtig erwarteten Fortschritten in der Zellularchemie bieten die Leukocyten ein geeignetes Versuchsfeld. Die Wirksamkeit proteolytischer Fermente ist auch angenommen worden, wenn Leukocyten sich an der Gewebseinschmelzung bei der Entzündung beteiligen. Interessant ist, dass diese histolytische Wirkung nur bei geschädigtem Gewebe sich geltend macht. Auch Fibrin wird von Leukocyten aufgelöst, woraus FRIEDRICH MÜLLER eine Beteiligung der Leukcoyten an der Resorption von fibrinösen Exsudaten erschloss. Was weiter die Mitwirkung der Leukocyten am Neubau von Geweben betrifft, so gibt es nur vereinzelte Stimmen, welche die ausgewanderten Leukocyten einer progressiven Entwicklung für fähig halten. Zweifellos ist, dass die meisten Leukocyten nach ihrer Emigration dem Tode entgegeneilen. Gerade in entzündeten Geweben kann man morphologische Studien über den Untergang von Leukocyten machen. Sterbende oder tote Leukocyten werden hier von Gewebszellen aufgenommen und als organisches Baumaterial verwertet. So dienen sie auch nach ihrem Tode noch zur Erhaltung des Lebens.

3.

Über den jetzigen Stand der Lehre von den eosinophilen Zellen.*)

Von

P. Ehrlich.

Diskussion.

Herr Friedrich Müller-München möchte die diagnostische Bedeutung der Leukocyten des kreisenden Blutes optimistischer auffassen als Herr Grawitz. Eine verborgene Eiterung verrät sich in der Mehrzahl der Fälle durch eine namhafte Leukocytose, doch kommen allerdings auch Eiterungen vor ohne allgemeine Leukocytose, nämlich 1. dann, wenn die Eiterung nur geringfügig oder sehr chronisch oder abgekapselt ist, und 2. da, wo ein sehr bösartiger und foudroyanter Prozess vorliegt, und wo offenbar aus toxischen Gründen die vermehrte Neubildung und die Chemotaxis der Leukocyten not leidet; so z. B. kann die Leukocytose bei bösartiger Perforationsperitonitis fehlen.

Für die Diagnose des Abdominaltyphus ist das Verhalten der Leukocyten von grösserer diagnostischer Brauchbarkeit als die Widalsche Reaktion. Die Verminderung der Leukocyten auf 3—6000, das fast völlige Verschwinden der eosinophilen Zellen ist ganz charakteristisch und schon in der ersten Woche nachweisbar, wo die Widalsche Reaktion, die Milzvergrösserung und die Roseola noch fehlen. Allerdings kommt auch beim Typhus ausnahmsweise eine Vermehrung der Leukocyten vor, aber dann immer aus erkennbaren Gründen, nämlich dann, wenn eine Komplikation mit einer Eiterung vorliegt, mit einem Milzabszess, mit einer umfangreichen Pneumonie oder ähnlichen Entzündungen.

Bei septischen Zuständen schwerer Art, wenn keine lokalisierten eitrigen Entzündungen zugrunde liegen, ist die Zahl der weissen Blutkörperchen oft vermindert.

Man kann als Regel aufstellen, dass in allen den Fällen, wo ein lokalisierter akuter Eiterungsprozess vorliegt, eine Hyperleukocytose

*) Das Manuskript dieses Vortrags ist der Redaktion nicht zugegangen, ebensowenig ein Referat über denselben.

des kreisenden Blutes besteht, und zwar sind es die polymorphkernigen neutrophilen Leukocyten, welche in diesem Falle vermehrt sind, also dieselben, welche auch den Eiter darstellen; wo es sich dagegen um eine lokalisierte Anhäufung und Auswanderung eosinophiler Leukocyten handelt, also z. B. beim eosinophilen Katarrh der Luftwege, beim Asthma oder bei manchen Hautkrankheiten, sind die eosinophilen Zellen des Blutes vermehrt, bis auf 10 und 15 Proz. der gesamten Leukocyten. Wenn in der Stadt ein Brand ausbricht, so sieht man auf allen Strassen die Feuerwehrleute zu der Brandstätte eilen, und ähnlich sieht man dann, wenn ein lokalisierter Entzündungsprozess im Körper ausgebrochen ist, im strömenden Blut die vermehrten Leukocyten aus ihren Bildungsstätten zu dem Entzündungsherd hinwandern, und zwar die neutrophilen Zellen, wenn es sich um eine neutrophile Eiterung handelt, die eosinophilen, wenn ein lokaler eosinophiler Prozess vorliegt.

Die Vermehrung der eosinophilen Zellen des Blutes kann in solchen Fällen von Bronchitis von diagnostischer Bedeutung werden, wo, wie z. B. beim Asthma der Kinder, das Sputum fehlt.

Die ungewöhnlich grosse Menge der eosinophilen Zellen, welche im Blut bei Trichinose beobachtet wird, ist für die Differentialdiagnose dieser Krankheit von dem in seinen Symptomen sehr ähnlichen Abdominal-Typhus von ausschlaggebender Bedeutung, wie mir erst kürzlich zwei Fälle gezeigt haben, bei denen die eosinophilen Zellen bis 40 Proz. aller Leukocyten ausmachten.

Es ist viel die Rede von dem Gegensatz der Anschauungen Ehrlichs und Neumanns in Bezug auf die Leukaemiefrage. Ich kann keinen so tief greifenden Unterschied finden und glaube, dass der Gegensatz mehr in der bisherigen Ausdrucksweise als im Wesen der Sache begründet ist: Gewiss findet man auch bei der lymphatischen Leukaemie im Knochenmark eine abundante Neubildung von Lymphocyten, und man ist daher berechtigt, auch die lymphatische Leukaemie als myelogene zu bezeichnen, weil die in das Blut ausgeschwemmten Lymphocyten grossenteils aus dem Knochenmark stammen dürften; aber die Zellen-Neubildung im Knochenmark betrifft in diesem Falle ausschliesslich die Lymphocyten, ebenso wie bei dieser Krankheit nicht nur in den Lymphdrüsen und im Knochenmark, sondern noch in anderen Organen kleine Herde lymphoider Neubildung sich finden. Bei der „lienal-myelogenen“ Leukaemie (im Ehrlichschen Sinne) dagegen besteht die Zellenneubildung im Knochenmark ausschliesslich oder hauptsächlich aus den Leukocyten der myeloiden und der eosinophilen Reihe. Wenn man also auch zugeben kann, dass alle Leukaemien, auch die lymphatischen, myelogene seien, d. h. mit Veränderung des Knochenmarks einhergehen, so wird man doch nach wie vor scharf unterscheiden können zwischen denjenigen Leukaemien, bei denen nur die Lymphocyten, und zwischen denjenigen, bei welchen die Leukocyten der myeloiden Reihe

vermehrt sind. Wenn man sich angewöhnen wollte, statt des alten Ausdruckes der „myelogenen" Leukaemie die Bezeichnung „myeloide" Leukaemie zu gebrauchen, so würde ein grosser Teil der jetzt vorhandenen Schwierigkeiten und Missverständnisse wegfallen.

Freilich darf nicht verschwiegen werden, dass bei der myeloiden Leukaemie nicht ausschliesslich die Zellen der myeloiden Reihe vermehrt sind, wie man annehmen möchte, wenn man nur das prozentuale Verhältnis der Leukocyten betrachtet. Es können dann in der Tat die Lymphocyten nur wenige Prozente aller weissen Blutkörperchen ausmachen. Berechnet man dagegen die absolute Zahl der einzelnen Leukocytenarten im Kubikmillimeter, so stellt sich heraus, dass nicht nur die Leukocyten der myeloiden, d. h. der neutrophilen und eosinophilen Reihe eine Vermehrung erfahren haben, sondern dass auch die absolute Zahl der Lymphocyten eine namhafte Vermehrung, bis auf das Doppelte und mehr, erfahren hat.

Herr Grawitz hat den Wunsch ausgesprochen, dass neben den rein morphologischen Unterscheidungen der weissen Blutkörperchen künftig auch das Studium ihrer funktionellen Eigenschaften herangezogen werden solle. Ein Anfang zu solchen Studien ist bereits gemacht, indem gezeigt werden konnte, dass proteolytische Eigenschaften und dass das oxydative Ferment anscheinend nur den neutrophilen Leukocyten zukommen. Dr. Erich Meyer, der diese Studien auf meiner Klinik durchführt, konnte den Nachweis des oxydativen Fermentes als Kennzeichen für die Anwesenheit neutrophiler Leukocyten als diagnostisch brauchbar dartun.

Wenn auch keineswegs geleugnet werden soll, dass im Blute Zellformen vorkommen, deren Stellung zu der lymphatischen oder myeloiden Reihe nicht klar ist, so hat sich doch die von Ehrlich eingeführte Klassifizierung in der Klinik als ungemein wertvol und praktisch, d. h. diagnostisch brauchbar erwiesen.

Herr Haedicke-Berlin: Ich möchte mir nur die Bemerkung erlauben, dass ich allmählich zu einer ganz andern Anschauung über das Wesen und die Bedeutung der Leukocyten gekommen bin: nämlich dass sie keine eigentlichen Körperzellen sind, sondern Fremdwesen, nicht nur „amoeboide Zellen", sondern echte Amoeben (Amoeba sanguinis).

Herr Kolaczek-Breslau möchte bei voller Anerkennung aller mit Hilfe der Farbentechnik, also histologisch, in der Leukocytenfrage erzielten Forschungsresultate zur weiteren Klärung dieser Frage vom rein biologischen Standpunkte aus einen kleinen Beitrag liefern. Die Beobachtung normalen Blutes auf dem heizbaren Objekttische führte ihn wie Ehrlich bezüglich der weissen korpuskulären Blutelemente auch zu einer scharfen Unterscheidung der Lympho- und der Leukocyten. Während jene als echte Zellen keinerlei Lokomotion, die kleinen nur eine zitternde Be-

wegung der spärlichen Protoplasmakörnchen und die grossen ausserdem ab und zu Aussendung kurzer Fortsätze (Pseudopodien) zeigen, ist an beiden Arten von Leukocyten eine sehr lebhafte Fortbewegung unter beständiger Änderung der Körperform wahrzunehmen. Ausser dieser Lokomotion und Polymorphie ist beiden Leukocytenarten gemeinsam, dass sie erst absterbend eine rundliche, zellenähnliche Gestalt annehmen, wobei eine homogene Substanz, mehr oder weniger zentral angeordnet, das Aussehen eines gelappten oder 2—3 eng zusammenliegender Kerne annimmt und von einem Ringe körnigen Protoplasmas umgeben ist. Erheblicher sind die biologischen Unterscheidungsmerkmale. Den neutrophilen Leukocyten ist eine grössere Polymorphie eigen, wobei so zu sagen der Kopfteil des Körperchens aus einer relativ ausgedehnten, 2—3 μ breiten Zone besteht, deren freier Rand infolge stetiger Aussendung einer Art von Fühlern hahnenkammähnlich erscheint. Daran schliesst sich der mit feinen, schwach lichtbrechenden Körnchen gefüllte Leib, der oft in einen hinteren, von einem homogenen Kügelchen aus gefüllten Fortsatz ausläuft. Die Protoplasmakörnchen befinden sich dabei in beständigem Fluss, und der Körper nimmt die abenteuerlichsten Gestalten bis zur drohenden Zerreissung in zwei nur wie durch einen Faden zusammengehaltene Stücke an. Im nächsten Augenblicke aber fliesst alles wieder zu einem Ganzen zusammen. Diese Leukocyten bahnen sich unter Beiseiteschiebung der Erythrocyten energisch ihren Weg. — Weniger veränderlich sind die eosinophilen Leukocyten, die im Gegensatz zu den vorigen unter oder über den roten Blutkörperchen fortkriechen, und zwar unter Vorschickung ihrer relativ grossen, stark lichtbrechenden, kräftig ausschwärmenden Körner. Der ausschlaggebenden Körnergruppe folgen bald in lebendigem Flusse die abgeirrten Körnchen und das ganze Gebilde. Im hinteren Abschnitte derselben finden sich in der Regel zwei ovale, starre, schwach lichtbrechende Körper, welche von den einreihig fliessenden Körnchen umkreist werden. Nur selten hat K. einen aus der vorderen Körnerreihe plötzlich hervorspringenden hornartigen Aussendling beobachten können. Während so bei den neutrophilen Leukocyten eine homogene Kopfsubstanz die Bewegungsrichtung bestimmt, sind es bei den eosinophilen die Protoplasmakörner, denen die eigentümlich geformte homogene Masse passiv folgt. K. kann in diesen so gearteten Leukocyten nicht Zellen im gewöhnlichen Sinne des Wortes erblicken, sondern möchte ihnen den Namen „Haematozoen“ (oder = Somen) beilegen. — Bezüglich des pathologischen Blutes will K. heute nur hervorheben, dass er nur in neutrophilen Leukocyten Einschlüsse, gewöhnlich in Form von schwach lichtbrechenden Kügelchen von 2—4 μ Durchmesser, beobachtet hat und sie vornehmlich als die Phagocyten ansprechen möchte.

Die Hämatologie kann nach K. durch Verstärkung der histologischen Studien durch biologisch-physiologische beträchtlich gefördert werden.

Herr Friedel Pick-Prag möchte in Übereinstimmung mit den Ausführungen Prof. Müllers die diagnostische Bedeutung der Leukocytenzählung bei Typhus abdominalis viel höher einschätzen, als es Herr Prof. Grawitz tat, wobei aber nicht nur das Fehlen einer Vermehrung der weissen Blutkörperchen, sondern direkt ihre Verminderung auf 2—4000 — die Leukopenie — als konstanter Befund diagnostisches Kriterium für die Initialstadien hervorzuheben wäre.

Herr E. Grawitz-Charlottenburg weist in einem Schlussworte nochmals kurz auf die grossen Schwierigkeiten in den hier behandelten Fragen hin.

Mit einem Dank an die Vortragenden schloss der Vorsitzende die Sitzung.

Druck von August Pries in Leipzig.

Druck von August Pries in Leipzig.

VERHANDLUNGEN

DER

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE.

76. VERSAMMLUNG ZU BRESLAU.

18.—24. SEPTEMBER 1904.

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE DES VORSTANDES
UND DER GESCHÄFTSFÜHRER

VON

ALBERT WANGERIN.

ZWEITER TEIL.

I. Hälfte.

Naturwissenschaftliche Abteilungen.

(Mit 11 Abbildungen im Text.)



LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1905.

VERHANDLUNGEN

DER

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE.

76. VERSAMMLUNG ZU BRESLAU.

18.—24. SEPTEMBER 1904.

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE DES VORSTANDES
UND DER GESCHÄFTSFÜHRER

VON

ALBERT WANGERIN.

ZWEITER TEIL.

I. Hälfte.

Naturwissenschaftliche Abteilungen.

(Mit 11 Abbildungen im Text.)



LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1905.

Inhaltsverzeichnis.

Erste Gruppe.

I. Abteilung für Mathematik, Astronomie und Geodäsie.

II. Abteilung für Physik, einschl. Instrumentenkunde und wissenschaftliche Photographie.

III. Abteilung für angewandte Mathematik und Physik, Elektrotechnik, Ingenieurwissenschaften.

IV. Abteilung für Chemie, einschl. Elektrochemie.

V. Abteilung für angewandte Chemie und Nahrungsmitteluntersuchung.

VI. Abteilung für Agrikulturchemie und landwirtschaftliches Versuchswesen.

VII. Abteilung für Pharmazie und Pharmakognosie.

VIII. Abteilung für Geophysik, einschl. Meteorologie und Erdmagnetismus.

Zweite Gruppe.

I. Abteilung für Geographie, Hydrographie und Kartographie.

II. Abteilung für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

III. Abteilung für Botanik.

IV. Abteilung für Zoologie.

V. Abteilung für Anthropologie, Ethnologie und Prähistorie.

Dritte Gruppe.

Abteilung für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht.

Verzeichnis der Vortragenden.

SITZUNGEN

DER

NATURWISSENSCHAFTLICHEN ABTEILUNGEN.



Erste Gruppe

der

naturwissenschaftlichen Abteilungen.

I.

Abteilung für Mathematik, Astronomie und Geodäsie.

(No. I.)

Einführende: Herr J. Rosanes-Breslau,
Herr R. Sturm-Breslau,
Herr J. Franz-Breslau.
Schriftführer: Herr F. London-Breslau,
Herr R. Pyrkosch-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr E. Lampe-Berlin: Einige Übungsaufgaben zur Integralrechnung.
2. Herr A. Gutzmer-Jena: Zur Theorie der linearen homogenen Differentialgleichungen.
3. Herr G. Kowalewski-Greifswald: Eine Verallgemeinerung des zweiten Mittelwertsatzes der Integralrechnung.
4. Herr R. Sturm-Breslau: Über diejenigen räumlichen Cremonaschen Verwandtschaften, bei denen den Ebenen des einen Raumes allgemeine Flächen dritter Ordnung im andern entsprechen.
5. Herr C. Pulfrich-Jena: a) Über eine neue Art der Vergleichung photographischer Sternaufnahmen.
   b) Über einen Apparat zur Messung der Kimmtiefe.
   c) Die stereo-photogrammetrische Küstenvermessung vom Schiff aus.
   d) Neuer zerlegbarer Theodolit und Phototheodolit.
6. Herr G. Landsberg-Heidelberg: Über die Analogien zwischen den Theorien der algebraischen Zahlen und der algebraischen Funktionen.
7. Herr E. Steinitz-Berlin-Charlottenburg: Über kollineare Abbildungen von Trigonalpolyedern und die Analysis situs im projektiven Raum.
8. Herr W. Ludwig-Karlsruhe i. B.: Über die Berührungstransformationen der Kreise auf der Kugel.
9. Herr V. Wiessner-Freiwaldau: Über die Möglichkeit einer Ergänzung der Kant-Laplaceschen Theorie.

10. Herr J. FRANZ-Breslau: Entstehung der Mondoberfläche.
11. Herr A. GUTZMER-Jena: Zur Theorie der adjungierten linearen homogenen Differentialgleichungen.
12. Herr F. KLEIN-Göttingen: Über Fragen des mathematischen und physikalischen Unterrichts (Referat).

Die Vorträge 5 wurden in einer gemeinsamen Sitzung mit der Abteilung für Physik gehalten. Zu dem Vortrage 12 waren die Abteilungen für Physik, für angewandte Mathematik und Physik (Ingenieurwissenschaften) sowie für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht eingeladen.

Sämtliche Sitzungen fanden in Gemeinschaft mit der Deutschen Mathematiker-Vereinigung statt.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr R. STURM-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 35.

Herr R. STURM-Breslau begrüsste als Einführender die Versammlung namens der Breslauer Geschäftsleitung, Herr F. KLEIN-Göttingen namens der Deutschen Mathematiker-Vereinigung. Letzterer verbreitete sich dabei ausführlich über die beabsichtigte geschäftliche Behandlung der pädagogischen Fragen.

Sodann wurden die folgenden Vorträge gehalten.

1. Herr E. LAMPE-Berlin: **Einige Übungsaufgaben zur Integralrechnung.**

Die Übungen zur Differential- und zur Integralrechnung sowie zur analytischen Geometrie, welche an der technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg einen wesentlichen Bestandteil der Vorlesungen über reine Mathematik für die beiden ersten Studiensemester bilden, sind dazu bestimmt, den Gebrauch der vorgetragenen Lehren einzuüben, die Studenten zur Durcharbeitung des Vortrages behufs sofortiger Anwendung auf die Beantwortung gestellter Fragen anzuhalten und ihnen auf diese Weise Gewandtheit zur selbständigen Verwertung der neuen Schlussweisen zu verschaffen. Je weiter der Vortrag fortschreitet, um so mannigfaltiger können die Aufgaben gestaltet werden. Im folgenden werden einige Proben umfangreicherer Übungen gegeben, die ich für die erwähnten Zwecke im Laufe der letzten Jahre habe bearbeiten lassen.

I. Aufgaben zur Einübung von Zahlenrechnungen.

Den Inhalt der Fläche zu berechnen, die von der Kurve $x^n + y^n = a^n$ und den positiven (rechtwinkligen) Koordinatenachsen begrenzt wird.

Die Fläche F_n^* bis zu dem Punkte, für den $x = y = a\sqrt[n]{0,5}$ ist, wird gegeben durch

$$F_n^* = \int_0^{a\sqrt[n]{0,5}} dx\sqrt[n]{a^n - x^n} = a^2 \int_0^{\sqrt[n]{0,5}} dz\sqrt[n]{1 - z^n} = a^2\sqrt[n]{0,5}\cdot S_n,$$

wo gesetzt ist

$$S_n = 1 - \frac{1}{2n}\cdot\frac{1}{n+1} - \left(\frac{1}{2n}\right)^2\cdot\frac{n-1}{2!\,(2n+1)} - \left(\frac{1}{2n}\right)^3\cdot\frac{(n-1)(2n-1)}{3!\,(3n+1)} - \left(\frac{1}{2n}\right)^4\cdot\frac{(n-1)(2n-1)(3n-1)}{4!\,(4n+1)} - \cdots$$

Für $n = 2, 3, \ldots, 12$ findet man:

$S_2 = 0{,}908\,91376$	$S_8 = 0{,}992\,0116$
$S_3 = 0{,}953\,3066$	$S_9 = 0{,}993\,5991$
$S_4 = 0{,}971\,6679$	$S_{10} = 0{,}994\,7571$
$S_5 = 0{,}980\,9932$	$S_{11} = 0{,}995\,6268$
$S_6 = 0{,}986\,3697$	$S_{12} = 0{,}996\,2968.$
$S_7 = 0{,}989\,7495$	

Die gesuchte Fläche F_n ist offenbar:

$$F_n = 2F_n^* - a^2 \sqrt[n]{0{,}25} = a^2 \left\{ 2 \sqrt[n]{0{,}5}\, S_n - \sqrt[n]{0{,}25} \right\} = a^2 \varphi_n,$$

wo φ_n die Zahl innerhalb der Klammern bezeichnet. Die Zahlen φ_n, welche für die Inhalte der betrachteten Kurven dieselbe Bedeutung haben, wie die Zahl $\frac{1}{4}\pi$ für die Inhaltsberechnung des Kreises, ergeben sich aus den Zahlen S_n wie folgt:

$\varphi_2 = 0{,}785\,398\,16$	$\varphi_8 = 0{,}978\,461$
$\varphi_3 = 0{,}883\,319$	$\varphi_9 = 0{,}982\,653$
$\varphi_4 = 0{,}927\,037$	$\varphi_{10} = 0{,}985\,732$
$\varphi_5 = 0{,}950\,150$	$\varphi_{11} = 0{,}988\,058$
$\varphi_6 = 0{,}963\,811$	$\varphi_{12} = 0{,}989\,859.$
$\varphi_7 = 0{,}972\,544$	

Man sieht ferner leicht ein, dass für die Kurven $x^n/a^n + y^n/b^n = 1$ der Flächeninhalt F_n im positiven Quadranten mit Hilfe derselben Zahlen φ_n durch die Formel $F_n = ab\varphi^n$ gegeben wird.

In ähnlicher Weise lässt sich der Flächeninhalt berechnen, der von der Kurve $x^m/a^m + y^n/b^n = 1$ und den positiven Koordinatenachsen begrenzt wird. Man erhält

$$F_{m,n} = ab \left\{ \sqrt[m]{0{,}5}\; S_{m,n} + \sqrt[n]{0{,}5}\; S_{n,m} - \sqrt[m]{0{,}5} \cdot \sqrt[n]{0{,}5} \right\},$$

$$S_{m,n} = 1 - \frac{1}{2n} \cdot \frac{1}{m+1} - \left(\frac{1}{2n}\right)^2 \frac{n-1}{2!\,(2m+1)} - \left(\frac{1}{2n}\right)^3 \frac{(n-1)(2n-1)}{3!\,(3m+1)}$$

$$- \left(\frac{1}{2n}\right)^4 \frac{(n-1)(2n-1)(3n-1)}{4!\,(4m+1)} - \ldots,$$

$$S_{n,m} = 1 - \frac{1}{2m} \cdot \frac{1}{n+1} - \left(\frac{1}{2m}\right)^2 \frac{m-1}{2!\,(2n+1)} - \left(\frac{1}{2m}\right)^3 \frac{(m-1)(2m-1)}{3!\,(3n+1)}$$

$$- \left(\frac{1}{2m}\right)^4 \cdot \frac{(m-1)(2m-1)(3m-1)}{4!\,(4n+1)} - \ldots.$$

Als Beispiel mögen dienen:

$S_{4,} = 0{,}945\,7229$, $\quad S_{2,4} = 0{,}952\,2858$, $\quad F_{4,2} = 0{,}874\,019\ ab.$

$S_{3,4} = 0{,}979\,8430$, $\quad S_{4,6} = 0{,}980\,8381$, $\quad F_{6,4} = 0{,}948\,566\ ab.$

Zur Kontrolle dieser Rechnungen kann man die bekannte Formel benutzen, nach welcher der Flächeninhalt der Kurve $x^p/a^p + y/b = 1$ im positiven Quadranten den Wert hat:

$$F_{p,q} = \frac{ab}{pq}\,\frac{\Gamma(1/p)\cdot\Gamma(1/q)}{\Gamma(1+1/p+1/q)} = ab\,\frac{\Gamma(1+1/p)\cdot\Gamma(1+1/q)}{\Gamma(1+1/p+1/q)}.$$

II. Kubatur von krummflächig begrenzten Körpern, wenn die Gleichung der krummen Oberfläche nicht direkt gegeben wird.

1. In Polarkoordinaten r, φ lautet die Gleichung einer Kurve $r^2 = a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi$. Die z-Achse ist senkrecht zur Ebene der Kurve und geht durch ihren Mittelpunkt M. Der Koordinatenanfang O liegt im Abstande $MO = h$ von M. Man ziehe einen beliebigen Durchmesser der Kurve und lege durch die Endpunkte desselben und durch O diejenige Parabel, welche O zum Scheitel und OM zur Hauptachse hat. Welches ist die Gleichung der krummen Oberfläche, deren Erzeugende alle so konstruierten Parabeln sind? Welches Volumen begrenzt diese Oberfläche mit der Ebene der gegebenen Kurve?

$$\text{Gleichung der Oberfläche: } h(x^2+y^2)^2 = z(a^2x^2+b^2y^2);$$

$$\text{Volumen: } V = \frac{1}{4}(a^2+b^2)h\pi.$$

Der Flächeninhalt des im Abstande z parallel zur xy-Ebene geführten ebenen Querschnittes der Fläche ist $F(z) = \frac{1}{2}(a^2+b^2)\frac{z\pi}{h}$; daher kann das Volumen V durch zwei beliebige Querschnitte wie folgt ausgedrückt werden:

$$V = \frac{h}{z_2 - z_1}\left\{\left(z_1 - \frac{1}{2}h\right)F(z_1) + \left(\frac{1}{2}h - z_1\right)F(z_2)\right\}.$$

Ähnliche Betrachtungen lassen sich anstellen, wenn man die gegebene Kurve durch eine beliebige andere ersetzt und als erzeugende Kurven irgendwelche Parabeln höherer Ordnung wählt.

2. In Polarkoordinaten r, φ lautet die Gleichung einer Kurve $r^2 = a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi$. Die z-Achse ist senkrecht zur Ebene der Kurve und geht durch ihren Mittelpunkt O. Auf der z-Achse liegt der Punkt C im Abstande $OC = c$. Durch C als Scheitel mit CO als Hauptachse wird die Parabel gelegt, die durch die Endpunkte des Durchmessers $2a$ der Kurve geht ($\varphi = 0$). Darauf dreht man diese starr angenommene Parabel so, dass ihre Hauptachse auf der z-Achse gleitet, und dass sie stets durch die Endpunkte eines Durchmessers der Kurve geht. Die Gleichung der krummen Oberfläche zu finden, welche die Parabel erzeugt, ferner das Volumen zwischen der Oberfläche und der xy-Ebene.

$$\text{Gleichung der Oberfläche: } c(x^2+y^2)^2 = (a^2x^2+b^2y^2)c - a^2z(x^2+y^2);$$

$$\text{Volumen: } V = \frac{c}{a^2}\int_0^{\frac{1}{2}\pi}(a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi)d\varphi$$

$$= \frac{c\pi}{2a^2}\left[\frac{3}{8}(a^2-b^2)^2 + a^2b^2\right].$$

3. Ein Kreis vom Radius ϱ liegt in einer durch die z-Achse gehenden Ebene, die mit der xz-Ebene den Winkel φ bildet, und berührt die xy-Ebene

im Nullpunkt O. Der Radius ϱ wird durch die Formel gegeben: $\frac{1}{\varrho} = \frac{\cos^2\varphi}{a} + \frac{\sin^2\varphi}{b}$. Die Oberfläche zu finden, welche der Kreis bei variablem φ erzeugt (Oberfläche der Normalschnitte einer krummen Oberfläche), und ihr Volumen zu berechnen.

Gleichung der Oberfläche: $(x^2 + y^2 + z^2)(bx^2 + ay^2) = 2abz(x^2 + y^2)$;

$$\text{Volumen: } V = \frac{2}{3} a^3 b^3 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{d\varphi}{(b\cos^2\varphi + a\sin^2\varphi)^3}$$

$$= \pi\sqrt{ab}\left[\frac{1}{2}(a-b)^2 + \frac{4}{3}ab\right].$$

4. Die Gleichung eines Kegelschnitts, bezogen auf den Brennpunkt F als Pol und die Hauptachse als Polarachse, ist $r(1 + \varepsilon\cos\varphi) = p$. Man zieht den Radiusvektor FP von F nach dem Punkte P der Kurve, legt durch FP die Ebene senkrecht zur Ebene des Kegelschnitts und beschreibt in dieser Normalebene den Kreis über FP als Durchmesser. Welches ist die Gleichung der durch den Kreis erzeugten Oberfläche? Welches Volumen begrenzt die Oberfläche zwischen $\varphi = 0$ und φ?

$$\text{Gleichung der Oberfläche: } (x^2 + y^2 + z^2)^2 (x^2 + y^2)$$
$$= \{(x^2 + y^2)(p - \varepsilon x) - \varepsilon x z^2\}^2;$$

$$\text{Volumen: } V = \frac{1}{8} p^3 \pi \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{(1 + \varepsilon\cos\varphi)^3}.$$

Bei der Berechnung des Integrals sind die Fälle $\varepsilon < 1$, $\varepsilon > 1$, $\varepsilon = 1$ zu unterscheiden.

α. Ellipse. Man setze $\cos\varphi = \frac{\cos u - \varepsilon}{1 - \varepsilon\cos u}$, so wird

$$V = \frac{1}{8} a^3 \pi \sqrt{1-\varepsilon^2}\left\{u - 2\varepsilon\sin u + \frac{1}{2}\varepsilon^2(u + \sin u\cos u)\right\}.$$

β. Hyperbel. Man setze $\cos\varphi = \frac{\varepsilon - \mathfrak{Cos}\, u}{\varepsilon\,\mathfrak{Cos}\, u - 1}$, so wird

$$V = \frac{1}{8} a^3 \pi \sqrt{1-\varepsilon^2}\left\{u - 2\varepsilon\,\mathfrak{Sin}\, u + \frac{1}{2}\varepsilon^2(u + \mathfrak{Sin}\, u\,\mathfrak{Cos}\, u)\right\}.$$

γ. Parabel. Man setze $\cos\varphi = \frac{1 - tg^2\frac{1}{2}\varphi}{1 + tg^2\frac{1}{2}\varphi}$, so wird

$$V = \frac{1}{32} p^3 \pi \left\{tg\frac{1}{2}\varphi + \frac{2}{3} tg^3\frac{1}{2}\varphi + \frac{1}{5} tg^5\frac{1}{2}\varphi\right\}.$$

Nach dem Muster dieser Beispiele lassen sich noch viele andere bilden.

2. Herr A. GUTZMER-Jena: **Zur Theorie der linearen homogenen Differentialgleichungen.**

Zur Beantwortung der Frage, wann eine lineare homogene Differentialgleichung eine reziproke sei, d. h. welche Bedingungen ihre Koeffizienten erfüllen müssen, damit sie zwei zu einander reziproke Integrale y_1 und y_2 $\left(y_2 = \frac{1}{y_1}\right)$ besitze, entwickelt der Vortragende zunächst eine allgemeine Methode, die auf ein Eliminationsproblem führt.

Alsdann wendet er diese Methode auf lineare homogene Differentialgleichungen zweiter Ordnung, insbesondere auf die GAUSSsche Differentialgleichung für die hypergeometrische Reihe sowie auf lineare homogene Differentialgleichungen dritter Ordnung an. Es zeigt sich, dass in den genannten Fällen die Betrachtung sich völlig zu Ende führen lässt, und dass auch die formale Integration der Differentialgleichungen geleistet werden kann.

Zum Schluss erwähnt der Vortragende auch andere, naheliegende Methoden zur Beantwortuug der gestellten Frage, insbesondere die Iterationsbetrachtungen sowie die Benutzung der algebraischen Beziehung zwischen den Integralen.

(Der Vortrag wird im Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung zur Veröffentlichung kommen.)

3. Herr G. KOWALEWSKI-Greifswald: **Eine Verallgemeinerung des zweiten Mittelwertsatzes der Integralrechnung.**

Von WEIERSTRASS rührt eine Verallgemeinerung des ersten Mittelwertsatzes

$$\int_a^b \varphi(x)\,dx = (b-a)\,\varphi(\xi) \tag{1}$$

her, die sich in folgender Weise ausdrücken lässt: Ist $\Phi(x)$ eine in (a, b) stetige komplexe Funktion der reellen Veränderlichen x, so hat man:

$$\int_a^b \Phi(x)\,dx = \lambda_1\,(b-a)\,\Phi(\xi_1) + \lambda_2\,(b-a)\,\Phi(\xi_2). \tag{1'}$$

Dabei sind λ_1, λ_2 zwei nicht negative Zahlen mit der Summe 1 und ξ_1, ξ_2 Werte aus dem Intervall (a, b).

Der zweite Mittelwertsatz

$$\int_a^b f(x)\,\psi(x)\,dx = \psi(a)\int_a^\xi f(x)\,dx + \psi(b)\int_\xi^b f(x)\,dx \tag{2}$$

gestattet eine ähnliche Verallgemeinerung. Ist $F(x)$ eine in (a, b) im RIEMANNschen Sinne integrierbare komplexe Funktion und $\psi(x)$ eine monotone reelle Funktion, so hat man:

$$\begin{aligned}\int_a^b F(x)\,\psi(x)\,dx = {} & \lambda_1\left\{\psi(a)\int_a^{\xi_1} F(x)\,dx + \psi(b)\int_{\xi_1}^b F(x)\,dx\right\} \\ & + \lambda_2\left\{\psi(a)\int_a^{\xi_2} F(x)\,dx + \psi(b)\int_{\xi_2}^b F(x)\,dx\right\}.\end{aligned} \tag{2'}$$

Der Beweis der Formeln (1′) und (2′) lässt sich auf Grund gewisser Eigenschaften von Punktmengen in der Ebene führen. Eine solche Punktmenge heisse ein konvexer Bereich, wenn die Verbindungsstrecke irgend zweier Punkte der Menge ganz aus Punkten der Menge besteht. Liegt eine beliebige Punktmenge E in der Ebene vor, so gibt es unter den konvexen Bereichen, in denen E enthalten ist, einen kleinsten, den wir die kleinste konvexe Umschliessung von E nennen. Ist E ganz im Endlichen gelegen, abgeschlossen und zusammenhängend, so wird die kleinste konvexe Umschliessung durch die Verbindungsstrecken je zweier Punkte von E erzeugt.

4. Herr R. Sturm-Breslau: **Über diejenigen räumlichen Cremonaschen Verwandtschaften, bei denen den Ebenen des einen Raumes allgemeine Flächen dritter Ordnung im andern entsprechen.**

Der Vortragende erinnerte daran, dass vor mehr als 30 Jahren die eindeutigen Verwandtschaften ein viel behandeltes Gebiet waren, dass aber insbesondere die Transformationen im Raume ein Torso geblieben sind und der weiteren Bearbeitung harren. Er lenkte die Aufmerksamkeit auf zwei zusammenhängende Noten Cremonas, welche 1871 in den Rendiconti des Lombardischen Instituts erschienen sind, und in denen Cremona ein Verfahren darlegt, aus ebenen eindeutigen Verwandtschaften räumliche abzuleiten.

Bei den räumlichen Transformationen müssen den Ebenen α' des einen Raumes Σ' im anderen Σ kollinear die Flächen φ eines sogenannten homaloidischen Gebüsches G entsprechen, und ebenso bei den ebenen Transformationen den Geraden der einen Ebene kollinear die Kurven eines homaloidischen Kurvennetzes in der anderen.

Sind nun in jenem Falle φ_0 und α_0' entsprechende Elemente, so führt die durch die Verwandtschaft bewirkte eindeutige Abbildung der Fläche φ_0 auf die Ebene und irgend eine andere eindeutige Abbildung von φ_0 auf eine Ebene π zu einer eindeutigen Verwandtschaft zwischen π und α_0'. Nun konstruiert Cremona in der Ebene π homaloidische Kurvennetze, überträgt sie durch die Abbildung auf φ_0 und stellt daraus die räumliche Verwandtschaft her. Abgesehen von einigen unklaren Stellen der Erörterung, scheint dieser Verlauf des Verfahrens nicht geeignet, zu allen Transformationen einer bestimmten Art zu führen.

Der Vortragende hat es gewissermassen umgekehrt, indem er von φ_0 ausgeht und von ihr auf π durch die Abbildung übergeht. Ist nun, um auf die in der Überschrift genannten Transformationen überzugehen, φ_0 eine allgemeine kubische Fläche, die nach der von Clebsch herrührenden Methode abgebildet wird, so stelle man sich ein Gebüsch G, zu dem φ_0 gehört, und die vollständigen oder unvollständigen Schnittkurven von φ_0 mit den anderen Flächen von G vor, welche letzteren durch feste, allen Flächen des Gebüsches gemeinsame Kurven zu vollständigen Schnittkurven ergänzt werden; jene Kurven auf φ_0 entsprechen dann in der zu suchenden Verwandtschaft den Geraden von α_0'. Diese Kurven müssen, durch die Abbildung von φ_0 in π, in die Kurven eines homaloidischen Kurvennetzes übergehen. In Cremonas Tabellen homaloidischer Kurvennetze, in der bekannten grundlegenden Arbeit, wird dann nachgesehen, ob dadurch ein solches Netz entsteht.

Z. B. eine Transformation, bei welcher den Geraden von Σ' vollständige Schnittkurven 9. Ordnung korrespondieren, würde ein Kurvennetz mit 6 gemeinsamen dreifachen Punkten hervorrufen; ein homaloidisches Netz von dieser Beschaffenheit existiert nicht, also ist auch keine Transformation jener Art möglich.

Es wurden andere derartige Fälle mit negativem Ergebnisse erwähnt. Lässt man aber den kubischen Flächen φ mit der φ_0 eine kubische Raumkurve gemeinsam sein, so ergibt sich ein homaloidisches Netz in π, weiter dann ein homaloidisches Flächengebüsch, dessen Flächen φ jene kubische Raumkurve gemein haben und in einem festen Punkte O die φ_0 oskulieren, und infolge dessen eine räumliche Verwandtschaft der gewünschten Art. Den Geraden von Σ' entsprechen Raumkurven 6. Ordnung; daher korrespondieren den Ebenen von Σ Flächen 6. Ordnung, den Geraden kubische Raumkurven in Σ'. Die Bestandteile der Kurve 33. Ordnung, welche jenen gemeinsam sein muss, wurden abgeleitet.

In ähnlicher Weise können noch 6 andere Verwandtschaften der vorliegenden Art gewonnen werden; von ihnen werden kurz die wichtigsten Eigenschaften genannt.

In Cremonas Noten finden sich von diesen 7 möglichen Transformationen nur 6, von denen die eine schon vorher bekannt war. Die siebente dürfte neu sein. Bei ihr haben die kubischen Flächen φ drei windschiefe Gerade und zwei Punkte gemeinsam, in deren einem sie eine gegebene Ebene berühren.[1]

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr E. Lampe-Berlin.

Zahl der Teilnehmer: 64.

Der erste Teil der Sitzung fand in Gemeinschaft mit der Abteilung für Physik statt. Es sprach, unter Vorführung einer Reihe von neuen Instrumenten,

5. Herr C. Pulfrich-Jena: **a) Über eine neue Art der Vergleichung photographischer Sternaufnahmen.**

b) Über einen Apparat zur Messung der Kimmtiefe.

c) Über die stereo-photogrammetrische Küstenvermessung vom Schiff aus.

d) Über einen neuen zerlegbaren Theodoliten und Phototheodoliten.

(Ein Bericht über diese Vorträge ist in den „Astronomischen Nachrichten" Bd. 166, S. 165—170, veröffentlicht.)

6. Herr Georg Landsberg-Heidelberg: **Über die Analogien zwischen den Theorien der algebraischen Zahlen und der algebraischen Funktionen.**

Die moderne Theorie der algebraischen Funktionen baut sich auf der allgemeinen Körpertheorie auf, und eine Anzahl ihrer Fundamentalsätze tritt vermöge dieser Methode in eine bemerkenswerte und oftmals überraschende Analogie mit den entsprechenden Sätzen der Lehre von den algebraischen Zahlen. Der Vortr. versucht die wesentlichsten dieser Analogien zusammenzustellen und zu begründen. Sie lassen sich unter folgende fünf Gesichtspunkte gruppieren:

---

1) Nachträglicher Zusatz: Alle sieben sind von Loria in den Atti der Turiner Akademie, Bd. 26 (1890), angegeben worden.

Algebraische Zahlen.	Algebraische Funktionen.
1. Zerlegung in Primideale.	1. Zerlegung in Primdivisoren.
2. Aufstellung der Einheiten des Zahlkörpers.	2. Zerschneidung der RIEMANNschen Fläche in ein einfach zusammenhängendes Gebilde.
3. Die Differente oder das Grundideal und der Satz von MINKOWSKI über die Körperdiskriminante.	3. Der Verzweigungsdivisor und der Zusammenhang der Blätter der RIEMANNschen Fläche in den Verzweigungspunkten.
4. Satz über komplementäre Ideale.	4. RIEMANN-ROCHscher Satz.
5. Der Führer des Zahlenringes und seine Bedeutung für die Idealtheorie.	5. Der Divisor der Doppelpunkte und seine Bedeutung für Sätze über adjungierte Kurven.

Ein Ausblick über die Grenzen, die diesem Parallelismus gesteckt zu sein scheinen, beschliesst den Vortrag.

7. Herr ERNST STEINITZ-Berlin-Charlottenburg: **Über kollineare Abbildungen von Trigonalpolyedern und die Analysis situs im projektiven Raum.**

Es mögen zwei isomorphe Trigonalpolyeder vorliegen, d. h. solche aus Dreiecken zusammengesetzte Vielflache, zwischen deren Ecken, Flächen und Kanten eine ein-eindeutige Beziehung von der Art möglich ist, dass den Ecken eines Dreiecks des einen Polyeders stets wieder die Ecken des zugeordneten Dreieckes des anderen entsprechen. Zwei solche Polyeder sind natürlich im Sinne der Analysis situs gleichartig. Unter den vielen Möglichkeiten, die gesamten Polyederflächen auf einander ein-eindeutig und stetig abzubilden, verdient eine besonders hervorgehoben zu werden, diejenige, bei welcher jedes Dreieck abc auf das entsprechende $a'b'c'$ affin bezogen ist. Lässt man die Ecken des einen Polyeders durch kontinuierliche Bewegung in die entsprechenden des anderen übergehen und die übrigen Punkte der Polyederfläche dieser Bewegung in der Weise folgen, dass während der ganzen Bewegung jedes Dreieck zu sich selbst affin bleibt, so hat man in einfacher Weise die der Zuordnung entsprechende Überführung geleistet. Stellen wir uns nun die allgemeinere Aufgabe, die beiden Polyederflächen so auf einander eindeutig abzubilden, dass jedes Paar entsprechender Dreiecke in kollinearer Beziehung steht, so erkennen wir, da die Ecken a, b, c und a', b', c' zweier solcher Dreiecke bereits einander zugewiesen sind, dass durch die Zuweisung zweier weiterer Punkte im Innern von abc, bezw. $a'b'c'$ die Kollineation dieses Dreieckspaares festgelegt ist, dass man aber nicht für alle Dreieckspaare diese Zuweisung willkürlich treffen darf. Denn sonst würde zwar im Innern der Dreiecke die Eindeutigkeit und Stetigkeit der Abbildung erreicht sein, auf den Kanten aber, welche je zwei Dreiecken gemeinsam sind und demgemäss an zwei Kollineationen teilhaben, würde sie gestört werden. Um nun die Eindeutigkeit und Stetigkeit der Abbildung auf den Kanten zu sichern, empfiehlt es sich, zunächst die projektiven Beziehungen für diese festzusetzen, indem man etwa den Kantenmitten des ersten Polyeders Punkte auf den entsprechenden Kanten des zweiten zuordnet. Da aber diese projektiven Beziehungen der Kantenpaare in Kollineationen der Dreieckspaare enthalten sein sollen, so ist klar, dass auch das System der Kantenpunkte im zweiten Polyeder nicht willkürlich gewählt werden darf. Es ist vielmehr, wie leicht ersichtlich, der notwendigen, aber auch hinreichenden Bedingung unterworfen, dass in jedem Dreieck, die nach den Kantenpunkten gezogenen Ecktransversalen durch einen Punkt gehen müssen. Jedem System von Kantenpunkten,

welches dieser Bedingung genügt, entspricht daher eine Lösung unserer Aufgabe und umgekehrt. Eine ganze in sich wohl abgeschlossene Gruppe von Lösungen erhält man auf folgende Art. Man denke sich in jeder Ecke des Polyeders einen (positiven) Massenpunkt. Die in den Endpunkten einer Kante befindlichen Massenpunkte haben dann ihren Schwerpunkt auf der Kante. Das so erhaltene System von Kantenpunkten hat die verlangten Eigenschaften; denn die nach den Schwerpunkten auf den Kanten eines Dreiecks gezogenen Ecktransversalen müssen durch den Schwerpunkt der drei in den Ecken befindlichen Massen gehen. Da nun zwei Massenpunktsysteme dann und (das Polyeder als zusammenhängend vorausgesetzt) auch nur dann dasselbe Schwerpunktsystem liefern, wenn sie proportional sind, so erhält man auf diese Weise ∞^{e-1} Abbildungen der verlangten Art — unter e die Anzahl der Ecken verstanden. Es fragt sich, ob damit alle diese Abbildungen erschöpft sind. Um dies näher zu untersuchen, geben wir der Aufgabe noch eine andere Form. In der zwischen zwei entsprechenden Kanten ab und $a'b'$ bestehenden projektiven Beziehung hat der Quotient der Teilverhältnisse für irgend zwei entsprechende Punkte stets denselben positiven Wert, welcher umgekehrt die projektive Beziehung vollständig bestimmt. Wird die Richtung der Kanten umgekehrt, so geht der Wert des Quotienten in den reziproken über. Die Abhängigkeit der drei zu den Kanten eines Dreiecks abc gehörenden projektiven Beziehungen drückt sich dadurch aus, dass das Produkt der zugehörigen Quotienten 1 sein muss. Wir wollen nun statt des in Rede stehenden Quotienten seinen (reellen) Logarithmus einführen. Wir nennen diesen Logarithmus den „Integralwert" der betreffenden Kante ab und bezeichnen ihn durch das Symbol $\int_a^b$. Dann ist $\int_a^b = -\int_b^a$, und es gilt für die Kanten eines Dreiecks abc die Relation $\int_a^b + \int_b^c + \int_c^a = 0$. Jedes System reeller Integralwerte, welches diesen Bedingungen genügt, im übrigen aber willkürlich gewählt sein kann, liefert eine Lösung des Problems. Wir erhalten zunächst die früheren ∞^{e-1} Lösungen, wenn wir jeder Ecke $a, b, \ldots$ einen reellen „Funktionswert" $f(a), f(b), \ldots$ willkürlich beilegen und sodann den Integralwert einer Kante, z. B. ab, gleich der Differenz der Funktionswerte ihrer Endpunkte, also $\int_a^b = f(b) - f(a)$ nehmen. Diese Lösungen sind dadurch ausgezeichnet, dass bei ihnen jedes „geschlossene Integral" Null wird. Dagegen können wir aus den Bedingungen des Problems mittels bekannter Schlüsse das Nullwerden nur für solche geschlossene Integrale folgern, deren Weg ein einfach zusammenhängendes Gebiet abgrenzt, während andere geschlossene Wege, wie die Analogie mit den Abelschen Integralen erster und zweiter Gattung zeigt, „Periodizitätsmoduln" liefern können. In der Tat ergibt eine nähere Untersuchung, dass die Aufgabe $\infty^{(e-1)+\varkappa}$ Lösungen besitzt, wenn das Polyeder zweiseitig und geschlossen ist, $\infty^{(e-1)+(\varkappa-1)}$ Lösungen in den übrigen Fällen. Dabei ist $\varkappa$ gegeben durch die Formel

$$\varkappa = k + 2 - e - f$$

(e, f, k = Anzahl der Ecken, Flächen, Kanten), stellt also die Zusammenhangszahl dar, wenn man diese im Falle einer geschlossenen Fläche um 1 kleiner annimmt als bei der durch Ausschneiden eines einfach zusammenhängenden Flächenstückes aus ihr entstehenden berandeten Fläche.

Wir wollen uns nun auf ganzzahlige Integralwerte beschränken und die ganzen Zahlen nur modulo 2 betrachten. Ferner ersetzen wir die Gleichung

$\int_a^b + \int_b^c + \int_c^a = 0$ durch die Kongruenz $\int_a^b + \int_b^c + \int_c^a \equiv 0$ mod. 2. Es giebt im Falle des geschlossenen (gleichviel, ob ein- oder zweiseitigen) Polyeders $2^{(e-1)+\varkappa}$ Systeme von Integralwerten, welche dieser Bedingung genügen, im Falle des offenen $2^{(e-1)+(\varkappa-1)}$. Von diesen Systemen vereinigen wir zunächst diejenigen 2^{e-1} zu einer „Klasse“, der „Hauptklasse“, bei welchen jedes geschlossene Integral $\equiv 0$ mod. 2 ist, von den übrigen nehmen wir zu einer „Nebenklasse“ solche, deren Differenz in die Hauptklasse fällt. Wir erhalten so $2^{\varkappa}$ (bezw. $2^{\varkappa-1}$) Klassen von je 2^{e-1} Integralsystemen. — Die geometrische Bedeutung dieser Überlegungen ist folgende: Zieht man auch solche Polyeder in Betracht, welche den Anschauungen der projektiven Geometrie gemäss sich ins Unendliche erstrecken, so ist ein Polyeder durch seine Ecken noch nicht bestimmt, da man bei der Verbindung zweier Ecken zwischen der endlichen und der unendlich langen Strecke wählen kann. Es ist jedoch zu beachten, dass von den Seiten eines Dreiecks stets eine gerade Anzahl (0 oder 2) unendlich lang sein müssen. Legt man also den endlichen Kanten einen geraden, den unendlich langen einen ungeraden Integralwert bei, so gelangt man zu der angeführten Kongruenz $\int_a^b + \int_b^c + \int_c^a \equiv 0$ mod. 2. Wird das Trigonalpolyeder (im Sinne der projektiven Geometrie) kontinuierlich bewegt, so tritt eine Änderung im Integralsystem allemal dann und nur dann ein, wenn eine Ecke durch die unendlich ferne Ebene tritt. Man erkennt jedoch leicht, dass man auf diese Weise von einem Integralsystem nicht zu jedem anderen gelangen kann, sondern nur zu allen denjenigen, welche zu derselben Klasse gehören. Demgemäss zerfällt auch die Gesamtheit aller zu einander isomorpher Trigonalpolyeder in $2^{\varkappa}$ (bezw. $2^{\varkappa-1}$) Klassen. Nur die Polyeder derselben Klasse sind stetig ineinander überführbar.

Man sieht leicht ein, dass diese Resultate nicht nur für Polyeder gelten, sondern allgemeinerer Natur sind. Während also im EUKLIDschen Raume topologisch gleichwertige, d. h. stetig auf einander abbildbare Flächen auch entsprechend stetig in einander übergeführt werden können, tritt im projektiven Raume durch die Frage nach der stetigen Überführbarkeit eine weitere Einteilung, nämlich in $2^{\varkappa}$ (bezw. $2^{\varkappa-1}$) Klassen unter den topologisch gleichwertigen Flächen ein. Dies gilt jedoch nur, solange für die Überführung eine bestimmte Zuordnung vorgeschrieben wird. Ist dies nicht der Fall, so modifizieren sich die Resultate. Man hat dann im Falle geschlossener Flächen nur zwei Klassen; die eine wird durch die Hauptklasse gebildet, während die früher unterschiedenen $2^{\varkappa} - 1$ Nebenklassen zu einer einzigen Klasse verschmelzen.

(Eine ausführlichere Publikation soll im Jahresbericht der Deutschen Mathematikervereinigung erfolgen.)

8. Herr W. LUDWIG-Karlsruhe i. B.: **Über die Berührungstransformationen der Kreise auf der Kugel.**

Setzt man auf einer Kugel Φ eine algebraische Berührungstransformation $\mathfrak{B}$ voraus, die jedem Punkt einen einzigen Kreis zuordnet, und die jeden Kreis in eine Kurve überführt, die sich aus zwei Kreisen zusammensetzt, so ist mit ihr eine algebraische Verwandtschaft $\mathfrak{E}$ zwischen den Ebenen des Raumes verbunden, durch die man sich $\mathfrak{B}$ in die Kugel Φ eingeschnitten denken kann. Verlangt man noch, dass die inverse Transformation $\mathfrak{B}^{-1}$ mit $\mathfrak{B}$ gleichartig ist, so sind auch $\mathfrak{E}$ und ihre inverse Transformation $\mathfrak{E}^{-1}$ gleichartig und haben sehr einfache Eigenschaften, von denen die wesentlichsten angeführt werden sollen:

𝔈 ordnet jeder Ebene ε zwei Ebenen ε_1' und ε_2' zu, die zusammenfallen, wenn ε Berührungsebene von Φ ist; dreht sich ε um eine Tangente t von Φ, so beschreiben ε_1' und ε_2' zwei Ebenenbüschel, deren Achsen t_1' und t_2' ebenfalls Φ berühren; durchläuft t die Kantenschar eines Tangentialkegels von Φ, so beschreiben t_1' und t_2' ein Paar verbundener Regelscharen, deren Trägerfläche die Kugel Φ längs eines Kreises berührt. Hieraus folgt, dass die Ebenen, die vermöge 𝔈 den Berührungsebenen von Φ (eindeutig) entsprechen, eine Fläche II. Grades Φ' umhüllen, die Φ längs eines Kreises berührt; und man kann stets eine räumliche Kollineation 𝔆 aufweisen, die zwischen den Berührungsebenen von Φ und Φ' genau dieselbe Beziehung hervorruft wie 𝔈. Mit Hilfe von 𝔆 findet man die einer Ebene ε durch 𝔈 zugeordneten Ebenen ε_1' und ε_2', indem man die der ε in 𝔆 entsprechende Ebene ε'' aufsucht und den zu ihr gehörigen Tangentialkegel von Φ' mit der Kugel Φ schneidet; dann sind ε_1' und ε_2' die Ebenen der beiden Schnittkreise. Jede Kollineation 𝔆 also, die die Kugel Φ in eine sie längs eines Kreises berührende Fläche überführt, bestimmt eindeutig eine Transformation 𝔈; folglich gibt es ∞^{10} Transformationen 𝔈 mit derselben Grundkugel Φ. — Nimmt man nun zwei solche Transformationen, $𝔈_I$ und $𝔈_{II}$, die dieselbe Grundkugel Φ besitzen, und wendet sie nach einander an, so entsteht eine neue Transformation $(𝔈_I \cdot 𝔈_{II})$, die jeder Berührungsebene von Φ zwei und jeder anderen Ebene vier Ebenen zuordnet. Es lässt sich aber zeigen, dass die Grundkugel Φ durch $(𝔈_I \cdot 𝔈_{II})$ in zwei, sie je längs eines Kreises berührende Flächen II. Grades, Φ_1' und Φ_2', übergeführt wird und zwar so, dass zwischen den Berührungsebenen von Φ einerseits und denen von Φ_1' und Φ_2' andererseits Zuordnungen bestehen, die auch durch zwei Kollineationen $𝔆_1$ und $𝔆_2$ hervorgerufen werden können. $𝔆_1$ und $𝔆_2$ nun bestimmen zwei von unseren 𝔈-Transformationen $𝔈_1$ und $𝔈_2$, die ebenfalls Φ zur Grundkugel besitzen, und man findet: Vermöge $(𝔈_I \cdot 𝔈_{II})$ entsprechen einer Ebene dieselben vier Ebenen, die man erhält, wenn man sowohl die beiden Ebenen aufsucht, die ihr in $𝔈_1$, als auch die, die ihr in $𝔈_2$ zugeordnet sind. Das heisst: $(𝔈_I \cdot 𝔈_{II})$ zerfällt in die beiden Transformationen $𝔈_1$ und $𝔈_2$, oder: Die ∞^{10} Transformationen 𝔈 mit derselben Grundkugel bilden eine Gruppe.

Hieraus folgt sofort: Die Brührungstransformationen 𝔅 der Kreise auf einer Kugel, die jeden Punkt in einen einzigen Kreis und jeden Kreis in zwei Kreise verwandeln, bilden eine zehngliedrige Gruppe.

Nun hat Lie nachgewiesen, dass alle Berührungstransformationen der Kreise auf einer Kugel eine zehngliedrige Gruppe bilden; also erhält man unter den scheinbar so engen Voraussetzungen, die für die 𝔅 gemacht worden sind, gerade die sämtlichen Berührungstransformationen der Kreise auf einer Kugel.

9. Herr V. Wiessner-Freiwaldau: **Über die Möglichkeit einer Ergänzung der Kant-Laplaceschen Theorie.**

10. Herr J. Franz-Breslau: **Entstehung der Mondoberfläche.**

11. Herr A. Gutzmer-Jena: **Zur Theorie der adjungierten linearen homogenen Differentialgleichungen.**

Der Vortr. teilte einige Ergebnisse einer umfangreicheren Untersuchung mit, die sich an seine Habilitationsschrift (Zur Theorie der adjungierten Differentialgleichungen, Halle a. S. 1896) anschliesst.

3. Sitzung.

Gemeinsame Sitzung mit den Abteilungen für Physik, für angewandte Mathematik und Physik (Ingenieurwissenschaften) sowie für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht.

Mittwoch, den 21. September, nachmittags $4^{1}/_{2}$ Uhr.

Vorsitzender: Herr A. WANGERIN-Halle a. S.

Zahl der Teilnehmer etwa 70.

Die Sitzung war einer Vorbesprechung der Fragen gewidmet, die den Verhandlungsgegenstand für die Gesamtsitzung der beiden wissenschaftlichen Hauptgruppen am nächsten Tage bildeten. Insbesondere sollten in dieser Vorbesprechung die Wünsche erörtert werden, welche hinsichtlich einer Erweiterung oder Umgestaltung des mathematischen und physikalischen Unterrichts an höheren Schulen geltend zu machen seien.

Eingeleitet wurde die Besprechung durch ein längeres Referat von Herrn F. KLEIN-Göttingen. Der Referent legte an der Hand eines gedruckten Schemas die Punkte dar, die er in seinem am folgenden Tage zu haltenden Vortrage zu erörtern beabsichtigte, und erläuterte eingehend die dort zu berührenden mathematischen und physikalischen Fragen. Da der in Rede stehende Vortrag inzwischen in extenso veröffentlicht ist (vgl. diese Verhandlungen, Teil I), soll hier auf die Ausführungen des Referenten nicht näher eingegangen werden.

Herr KLEIN berichtete sodann über die Beratung derselben Fragen, welche der Verein Deutscher Ingenieure im Hinblick auf die für Breslau geplante Diskussion am 12. und 13. September 1904 in München veranstaltet hatte. Hinsichtlich der Einzelheiten dieser Beratung, die zur Delegierung der Herren v. BORRIES und PETERS zur Teilnahme an der Breslauer Versammlung führte, verwies er auf den demnächst in der Zeitschrift des Ingenieurvereins erscheinenden Bericht, erwähnte jedoch zwei Beschlüsse von allgemeiner Tragweite, die unter seiner Mitwirkung zur einstimmigen Annahme gelangt waren:

1. Es empfiehlt sich für absehbare Zeit nicht, dem Bedürfnis nach neuen technischen Hochschulen durch Angliederung technischer Fakultäten an Universitäten zu entsprechen, vielmehr ist es durch Errichtung selbständiger Anstalten zu befriedigen; denn die technischen Hochschulen würden in ihrer selbständigen Entwicklung durch Angliederung an Universitäten beeinträchtigt werden. Diese Scheidung soll jedoch die in erfreulicher Zunahme begriffene geistige Fühlung zwischen beiden Anstalten nicht hemmen. Insbesondere sind bei beiden Einrichtungen willkommen, welche eine innere Bezugnahme der beiderseitigen Gebiete herzustellen unternehmen.

2. Es ist erwünscht, dass an allen technischen Hochschulen vollständige Einrichtungen zu einer mit dem Charakter der Anstalt verträglichen Ausbildung von Lehramtskandidaten der Mathematik und Physik getroffen werden, auch diesen Lehramtskandidaten ermöglicht werde, mit einer Dissertation über angewandte Mathematik und Physik den Dr. Ing. zu erwerben.

An das Referat des Herrn F. KLEIN schloss sich eine längere Diskussion, in der folgende Herren, zum grossen Teil mehrmals, das Wort ergriffen: H. SCHOTTEN-Halle a. S., R. STURM-Breslau, H. MÜLLER-Charlottenburg, W. LOREY-Görlitz, E. GRIMSEHL-Hamburg, H. VOGT-Breslau, J. ROSANES-Breslau, A. PRINGSHEIM-München, E. BOSE-Göttingen, J. STARK-Göttingen, TH. MASCHKE-Breslau, sowie der Referent und der Vorsitzende.

Die Diskussion betraf zunächst verschiedene Fragen des mathematischen Unterrichts. Völlige Einstimmigkeit herrschte darüber, dass dieser Unterricht an höheren Schulen nicht den Zweck habe, eine Vorbildung für irgend ein besonderes Fach zu vermitteln, dass er vielmehr lediglich der Allgemeinbildung zu dienen bestimmt sei. Auch dass dieser Zweck es wünschenswert mache, dass der Schüler in die Elemente der Lehre von den Funktionen und ihrer geometrischen Darstellung eingeführt werde, fand die Zustimmung fast aller Anwesenden. Nur darüber gingen die Ansichten auseinander, ob dazu eine Änderung der bestehenden Lehrpläne nötig, ob es überhaupt zweckmässig sei, über das, was innerhalb des Rahmens jener Lehrpläne den Schülern vorgetragen werden könne, hinauszugehen; ob insbesondere die Einführung der Elemente der Differential- und Integralrechnung in den Schulunterricht erwünscht und möglich sei.

Über diese Punkte äusserte sich u. a. Herr H. MÜLLER-Charlottenburg folgendermassen:

Die Lehrpläne gestatten bereits die Verwendung eines grossen Teils der von dem Herrn Vortragenden ausgeführten Gedanken. Der Funktionsbegriff wird in Obertertia schon benutzt, in Untersekunda verwendet man den Begriff der Grenzen bei Gleichungen 2. Grades, in Obersekunda führt man die trigonometrischen Funktionen ein und stellt sie graphisch dar, eine etwas weniger engherzige Auslegung der Bestimmungen über den Funktionsbegriff lässt die Behandlung der Maxima und Minima zu, und dabei führt die Anwendung des leicht verständlichen und geometrisch bequem abzuleitenden SCHELLBACHschen Verfahrens dazu, ganzzahlige Potenzen zu differentiieren; das alles geschieht heute schon vielfach. Nur möchte ich es dem Lehrer überlassen sehen, die betreffenden Hilfsmittel an geeigneter Stelle abzuleiten. Das Schreckgespenst „Differentialrechnung" soll nicht genannt werden. — Man soll es der Schule nur überlassen, in ruhiger Entwicklung die bereits vorhandenen Anfänge weiter auszubauen, und abwarten, zu welchem Ergebnis diese Versuche führen; aber nicht durch neue Verordnungen und Abänderungen der Lehrpläne in die Schule eine neue Beunruhigung hineintragen.

Herr H. VOGT-Breslau führte folgendes aus: Nach den Äusserungen der Herren GRIMSEHL-Hamburg und MÜLLER-Charlottenburg könnte man glauben, dass die von Herrn Geh.-Rat KLEIN vorgeschlagenen Änderungen des mathematischen Unterrichts im Stillen schon vollzogen seien, und dass nur der Name für die Umgestaltung noch fehle. Dem ist nicht so. Bisher hat man den Ideen, welche die Neuzeit in die Mathematik hineingetragen hat, dadurch gerecht zu werden gesucht, dass man in jedem einzelnen Falle, wo das Problem der Stetigkeit und Veränderlichkeit sich aufdrängt (Inkommensurabilität, Irrationalzahl, Berechnung von π, Flächen- und Raumauswertung, Fallgesetze u. s. w), es durch Anwendung des Grenzbegriffs bewältigt. Dabei blieb das methodisch Neue im vertrauten Rahmen des Alten, und es wurde auch so die Erkenntnis gewonnen, wie das alte Problem des Zeno durch die Modernen zwar seine praktische Lösung gefunden hat, theoretisch aber stets seinen rätselhaften Charakter behält. Nach dem Vorschlage des Herrn Geh.-Rat KLEIN sollen nun auch die Schulen in die ein für allemal fertige Methode der Differential- und Integralrechnung eingeweiht werden. Zu befürchten ist hierbei, dass 1. die Sicherheit in den Elementen verloren geht, 2. dass an Stelle einer stets neu zu betätigenden Einsicht eine fertige Technik tritt. Auch sind die Lehrer zunächst für diese neue Methode nicht vorgebildet. Deshalb ist zunächst an einigen Anstalten, wo willige und geeignete Lehrer vorhanden sind, die neue Methode zu erproben. Mag sich dann entscheiden, ob wir in der Tat an der Pforte einer neuen Entwicklung der elementaren Mathematik stehen. Da aber

diese Umgestaltung mit dem Anspruch auftritt, den Kulturforderungen der Neuzeit gerecht zu werden, darf sie bestimmt dem humanistischen Gymnasium nicht vorenthalten werden; vielmehr wird gerade hier die begriffliche und historische Seite des Problems erfasst werden müssen, während die Realanstalten in den Anwendungen weiter gehen mögen. —

Diesen Rednern wurde von anderer Seite entgegengehalten, dass die Einführung der Elemente der Differential- und Integralrechnung in den Schulunterricht keine Erschwerung, keine Belastung der Schüler, sondern eine Erleichterung bilde. Die von mancher Seite gehegte Befürchtung, dass dieser Unterricht dazu benützt werden könnte, den Schüler lediglich in einer formalen Technik zu üben, statt ihm ein Verständnis für die neuen Begriffe jener Lehre zu vermitteln, sei durch die Erfahrung widerlegt. Schon in den zwanziger Jahren des vorigen Jahrhunderts habe an einzelnen Gymnasien die Differential- und Integralrechnung einen Bestandteil des mathematischen Pensums gebildet, und an den preussischen Oberrealschulen sei bis zur Einführung der neusten Lehrpläne diese Disziplin in den oberen Klassen stets gelehrt worden, in einigen nichtpreussischen Realanstalten, so in denen Hamburgs, werde dieser Unterricht noch jetzt mit grösstem Erfolge erteilt. Auch an geeigneten Lehrern habe es nie gefehlt. Ferner könne die für die Einführung der neuen Disziplin erforderliche Zeit leicht dadurch gewonnen werden, dass andere weniger wichtige Teile der Elementarmathematik aus dem Schulpensum entfernt würden. Eine Vermehrung der Stundenzahl für die Mathematik sei durchaus nicht nötig.

Weiter wurde der Unterricht in der Physik besprochen, der allgemeine naturwissenschaftliche Unterricht kurz gestreift. Hinsichtlich des physikalischen Unterrichts hatte der Referent betont, dass dieser vor allem naturwissenschaftliche Beobachtung und naturwissenschaftliches Denken zu üben habe und daher auf dem Experiment aufzubauen sei. Ferner habe er den Schüler in die Lehren einzuführen, auf denen praktisch wichtige Einrichtungen, wie elektrische Bahnen etc., beruhten. Die nötige Zeit könne man teils dadurch erlangen, dass man gewisse Kapitel der Physik übergehe, teils dadurch, dass man Aufgaben von mehr mathematischem Charakter, deren eingehende Behandlung heute noch vielfach einen breiten Raum im physikalischen Unterricht einnimmt, dem mathematischen Unterricht zuweise. Diese Ausführungen fanden allseitige Zustimmung. — Weiter wurde die Beschaffung von Apparaten für kleinere Schulen, denen nur geringe Mittel zur Verfügung stehen, sowie die Frage der Schülerübungen, endlich die Fortbildung der Lehrer der Physik erörtert.

Auch das Verhältnis der Mathematik und der Naturwissenschaften zu den übrigen Schulfächern, sowie das Verhältnis der Lehrer der ersteren Wissenschaften zu den Lehrern anderer Fächer kam im Laufe der Debatte zur Sprache. Von Herrn Prof. H. Vogt-Breslau wurde hervorgehoben, dass die Naturwissenschaften allein nie die Grundlage der Erziehung und Bildung sein könnten. Er hielt es auch für berechtigt, dass die Lehrer der sprachlichen und historischen Fächer einen überwiegenden Einfluss in der Schule besässen. Durch den kaiserlichen Erlass vom 26. November 1900 sei der jahrzehntelange Schulstreit glücklich beigelegt 1. zwischen den einzelnen Schulgattungen durch Aufstellung der Gleichberechtigung, 2. zwischen den einzelnen Disziplinen innerhalb derselben Schule durch Betonung der Eigenart jeder Schulgattung. So bestehe jetzt faktisch zu Recht ein Gleichgewichtszustand zwischen den einzelnen Schulen und Fächern. Man solle durchaus alles vermeiden, was diesen Zustand des gegenseitigen Geltenlassens stören könnte. Derselbe Redner

wies ferner darauf hin, dass, wenn die höhere Schule allen Ansprüchen, die von Biologen, Hygienikern, Physikern, Chemikern, Ingenieuren, Geologen und Geographen an sie gestellt werden, gerecht werden wollte, sie sich gänzlich in Einzelwissen zersplittern und an Schüler und Lehrer unerfüllbare Anforderungen stellen würde.

Demgegenüber wurde von allen anderen Rednern betont, dass die Naturwissenschaft die ihr gebührende Stellung im Lehrplan der höheren Schule nicht besässe, und dass man danach streben müsse, ihr diese Stellung zu verschaffen. Naturwissenschaftliche Kenntnisse bildeten heutzutage einen unentbehrlichen Bestandteil der allgemeinen Bildung, auf die Erwerbung solcher Kenntnisse müsse die höhere Schule mehr als bisher Bedacht nehmen, selbst auf Kosten der Leistungen in den sprachlichen Fächern. Freilich könnten nicht alle von den verschiedensten Seiten gestellten Forderungen ohne weiteres akzeptiert werden, es müsse ein Ausgleich zwischen den Wünschen der einzelnen Fächer erfolgen. Eine Zersplitterung des Unterrichts liesse sich dann sehr wohl vermeiden. — Die Meinung der Mehrzahl der Anwesenden fasste schliesslich der Vorsitzende dahin zusammen, dass eine grössere Pflege des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen nicht nur erwünscht, sondern auch notwendig sei, dass man aber bei den erforderlichen Änderungen der Lehrpläne Vorsicht walten lassen müsse.

Weitere Mitteilungen.

Die Deutsche Mathematiker-Vereinigung hielt Mittwoch den 21. September vormittags $10^1/_4$ Uhr ihre Geschäftssitzung ab. In Vertretung des am Erscheinen verhinderten Vorsitzenden, Prof. Dr. H. Weber-Strassburg, leitete Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. F. Klein-Göttingen die Verhandlungen; der Schriftführer, Prof. Dr. A. Krazer-Karlsruhe, wurde durch Prof. Dr. A. Gutzmer-Jena vertreten. Der stellvertretende Vorsitzende gab zunächst einen Bericht über den Verlauf des III. Internationalen Mathematiker-Kongresses, der vom 8. bis 13. August 1904 in Heidelberg unter grosser Beteiligung abgehalten worden ist. Hieran schloss sich ein Bericht über den Stand der Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften, von der Band I in Heidelberg fertig vorlag, und von der auch bereits ein Heft der französischen Ausgabe vorgelegt werden konnte. Bei Besprechung der grossen wissenschaftlichen Referate wurde auf das Erscheinen einer neuen Lieferung des Berichtes von H. Burkhardt über Entwicklungen nach oszillierenden Funktionen hingewiesen. Nun folgten Mitteilungen des stellvertretenden Schriftführers über den Jahresbericht, über die Veränderungen in der Zahl der Mitglieder, über den Stand des Vermögens der Vereinigung, über die Tätigkeit des Vorstandes, sowie die Tätigkeit der verschiedenen Kommissionen, nämlich der Kommission für den Schröderschen Nachlass, der bibliographischen Kommission und der statistischen Kommission.

An Stelle des satzungsgemäss aus dem Vorstande scheidenden Prof. Dr. H. Weber-Strassburg wurde Prof. Dr. A. Pringsheim-München neu in den Vorstand gewählt. Zu Kassenrevisoren wurden Prof. Dr. H. Bruns-Leipzig und Prof. Dr. O. Hölder-Leipzig bestimmt. Ferner wurde beschlossen, die Deutsche Mathematiker-Vereinigung in das Vereinsregister eintragen zu lassen mit dem Sitz in Leipzig. Der Vorstand wurde beauftragt, den gesetzlichen Vorschriften genügende Satzungen auszuarbeiten und der nächsten Jahresversammlung zur Annahme vorzulegen.

II.

Abteilung für Physik, einschl. Instrumentenkunde und wissenschaftliche Photographie.

(No. II.)

Einführende: Herr O. E. MEYER-Breslau,
Herr TH. SCHMIDT-Breslau.

Schriftführer: Herr TH. MASCHKE-Breslau,
Herr CL. SCHAEFER-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr L. GRUNMACH-Berlin: Über gemeinsam mit Herrn Reg.-Rat Dr. E. MEYER ausgeführte Versuche zur Gewichtsbestimmung der Emanation des GIESELschen Emanationskörpers.
2. Herr E. HOPPE-Hamburg: Zur Konstitution der Magnete.
3. Herr E. GRIMSEHL-Hamburg: Demonstration eines Pendels mit direkt messbarer Pendellänge.
4. Herr H. HARTL-Reichenberg i. Böhmen: Vorlesungsapparate eigener Konstruktion aus verschiedenen Gebieten der Physik.
5. Herr R. MÜLLER-URI-Braunschweig: Vorführung von Vakuumröhren.
6. Herr C. DIETERICI-Hannover: Über die kalorischen Eigenschaften des Wassers und seines Dampfes bei hohen Temperaturen.
7. Herr A. KÖHLER-Jena: Eine mikroskopische Einrichtung für ultraviolettes Licht ($\lambda = 275\,\mu\mu$) und damit angestellte Untersuchungen organischer Gewebe.
8. Herr W. SCHEFFER-Berlin: Über Beziehungen zwischen stereoskopischen Aufnahme- und Beobachtungsapparaten.
9. Herr L. GRUNMACH-Berlin: Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung und des Molekulargewichts von verflüssigtem Stickstoffoxydul.
10. Herr A. WEHNELT-Erlangen: Über den Austritt negativer Ionen aus glühenden Metalloxyden und damit zusammenhängende Erscheinungen.
11. Herr A. VOLLER-Hamburg: Versuche über zeitliche Abnahme der Radioaktivität und über die Lebensdauer des Radiums im Zustande sehr feiner Verteilung.
12. Herr O. LUMMER-Berlin: Über die Auflösung feinster Spektrallinien.
13. Herr W. SCHMIDT-Giessen: Vorführung eines Apparates zur Demonstration stehender und interferierender Wellen.
14. Herr M. REINGANUM-Münster i. W.: Berechnung des Molekularvolumens von Halogensalzen aus den Atomvolumina der Bestandteile.

15. Herr HERM. TH. SIMON-Göttingen: Über einen Phasenmesser und seine Verwendung zur Fernübertragung der Kompaßstellung.
16. Herr L. GRAETZ-München: Über die strahlungsartigen Erscheinungen des Wasserstoffsuperoxyds.
17. Herr W. NERNST-Göttingen: Beitrag zur Strahlung glühender Gase.
18. Herr J. ROSENTHAL-München: Verbesserungen an Quecksilberluftpumpen SPRENGELscher Art.
19. Herr W. STERN-Breslau: Demonstration eines Tonvariators.
20. Herr HERM. KRONE-Dresden: Über radioaktive Energie vom Standpunkte einer universellen Naturanschauung.
21. Herr CL. FRH. VON BECHTOLSHEIM-München: Eine chemische Wirkung des Elektrons.
22. Herr JOHANNES ZACHARIAS-Charlottenburg: Astatische Magnete aus einem Stück.

Betreffs weiterer Vorträge, die in gemeinsamen Sitzungen einerseits mit der Abteilung für Mathematik und Astronomie, andererseits mit der Abteilung für Chemie gehalten sind, vgl. die Verhandlungen der genannten Abteilungen.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr TH. SCHMIDT-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 85.

1. Herr LEO GRUNMACH-Berlin: **Über gemeinsam mit Herrn Reg.-Rat Dr. E. MEYER ausgeführte Versuche zur Gewichtsbestimmung der Emanation des GIESELschen Emanationskörpers.**

Als ich im Mai den auf der Tagesordnung stehenden ersten Vortrag anmeldete, hatte ich die Hoffnung, dass ich heute schon Ihnen positive Resultate würde mitteilen können über die Versuche, welche ich seit dem Oktober vorigen Jahres gemeinsam mit Herrn Reg.-Rat Dr. E. MEYER von der Normal-Aichungskommission in Berlin ausführe, um die Gewichtsabnahme des GIESELschen Emanationskörpers infolge seiner Emanation quantitativ durch die Wage zu bestimmen. Inzwischen hat sich im Laufe der Versuche eine Fehlerquelle herausgestellt, durch deren Einwirkung die nachzuweisende Gewichtsabnahme offenbar verdeckt wird. Da wir noch mit dem Studium des Einflusses dieser Fehlerquelle beschäftigt sind, so sehe ich mich veranlasst, vorläufig meinen angekündigten Vortrag zurückzuziehen.

2. Herr EDM. HOPPE-Hamburg: **Zur Konstitution der Magnete.**

Die beiden Betrachtungsweisen für die Induktion von Strömen durch rotierende Magnetfelder sind bekanntlich die Kraftlinientheorie und das BIOT-SAVARTsche Gesetz. Beide lassen zwei verschiedene Auffassungen zu. Die erstere kann annehmen, dass der Magnet rotiere, aber das Feld feststehe oder sich mit anderer Geschwindigkeit drehe. Die zweite kann das BIOT-SAVARTsche Gesetz auf die mitrotierenden Leiterteile anwenden oder auf die ruhenden. Dass auch die erste dieser beiden letzten Vorstellungen zulässig sei, ist in den

Arbeiten von HAGENBACH[1]) und OLSHAUSEN[2]) dargelegt. Vor einiger Zeit habe ich Versuche veröffentlicht,[3]) durch welche der Nachweis erbracht sein dürfte, dass das Feld eines rotierenden Magneten nicht ruht, indem ich zeigte, dass bei hinreichend starken Feldern unter geeigneten Vorsichtsmassregeln eine Ablenkung der mit Eisenpulver dargestellten Kraftlinien im Sinne der Rotation nachweisbar ist und erhebliche Distanzverschiebungen ergibt. Immerhin ist dadurch noch nicht entschieden, ob das Feld die gleiche Geschwindigkeit habe wie der rotierende Magnet, und ob für die Verzögerung (die Hysteresis) lediglich das Haftvermögen des Mediums verantwortlich sei. Sollte eine Differenz der Geschwindigkeiten vorhanden sein, so würde der rotierende Magnet an seinen Polflächen entgegengesetzte elektrische Polarität besitzen müssen wie auf der Peripherie des zur Achse symmetrischen Mittelschnittes. Auch bei Anwendung des BIOT-SAVARTschen Gesetzes ergibt sich eine Differenz, ob man dasselbe auf die rotierenden Leiterteile oder auf die nichtrotierenden anwendet. HAGENBACH hat darauf aufmerksam gemacht, dass in ersterem Falle die AMPÈREsche Vorstellung von der Ersetzbarkeit eines Elementarmagneten durch einen Elementarstrom des Moleküls nicht aufrecht zu erhalten sei. Da auch bei dieser Betrachtungsweise die verschiedene elektrische Polarität an den Enden der Achse des Magneten und an der Peripherie des Mittelschnittes sich ergibt, erscheinen Messungen hierüber von entscheidendem Wert.

Diese Messungen können nicht durch Berührung eines zu einem Elektrometer führenden Leitungsdrahtes auf der Peripherie des Mittelschnittes oder an dem Achsenende erhalten werden, denn beide Auffassungen ergeben für einen solchen Kontakt die gleichen Ladungen auf dem Elektrometer, auch die Unterbrechung der Leitung ändert an der zu erwartenden Ladung in beiden Fällen nichts wesentliches. Geht man von den MAXWELLschen Gleichungen für die Induktion aus, so ergibt sich, wenn man die z-Achse des Koordinaten-Systems mit der Achse des Magneten zusammen fallen lässt und den Koordinaten-Anfangspunkt in den Mittelpunkt des rotierenden Magneten legt, für das Potential an einem Punkte x, y, z der Wert[4]):

$$1) \qquad V = \frac{n \cdot \mu \cdot z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} + C,$$

wo n die Winkelgeschwindigkeit, μ die Stärke des Poles und C eine Konstante bedeuten. Betrachte ich also ein Leiterelement zwischen den Punkten x_1, y_1, z_1 und x_2, y_2, z_2 und bezeichne

$$\frac{z_1}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}} \text{ mit } \cos\alpha; \quad \frac{z_2}{\sqrt{x_2^2 + y_2^2 + z_2^2}} \text{ mit } \cos\beta,$$

so erhalte ich die elektromotorische Kraft, wenn a die Zahl der Umdrehungen bedeutet:

$$2) \qquad E = V_1 - V_2 = -\frac{2\pi a \cdot \mu}{10^5} (\cos\alpha - \cos\beta) \text{ Millivolt.}$$

Wenn also bei feststehendem Elektrometer das Ende des Zuleitungsdrahtes dem rotierenden Magneten genähert wird, muss die Leitung proportional dem *Cos* des Winkels α wachsen bis zum Maximum in der Achse des Magneten. Es muss also gleichgültig sein, ob der Draht den Mantel des Magneten berührt oder nicht.

1) HAGENBACH, Drudes Annalen 4. 1901, S. 233.
2) OLSHAUSEN, Drudes Annalen 6. 1901, S. 681.
3) HOPPE, Mitteilungen der Math. Ges. zu Hamburg 1903, S. 125.
4) HOPPE, Drudes Annal. 8. 1902, S. 670.

Ist dagegen auf dem Mantel des Magneten eine statische Ladung vorhanden, deren Vektor in einem Punkte x, y, z mit G bezeichnet werde, so erhält dieser Punkt bei Verschiebung in der x-Achse des Koordinatensystems die Elementarladung $\varepsilon = -\frac{\varkappa}{4\pi}\cdot\frac{\partial G}{\partial x}$, wo $\varkappa$ die Dielektrizitätskonstante des Mediums ist. Sei ϱ die Dichte der Ladung auf dem Magneten, a der Radius desselben, f eine Konstante, so ist

$$3)\qquad G = f\cdot\frac{\varphi(\varrho)}{(x-a)^2}\,.$$

Diese Funktion ändert sich stetig, so lange nicht $x = a$ wird. So lange also der Punkt in dem elektrischen Felde nur genähert wird, muss die Ladung auf dem Elektrometer wie bei der obigen Betrachtungsweise gleichmässig wachsen. Sobald aber Berührung eintritt, d. h. $x = a$ wird, wird G unstetig, es tritt eine momentane Ladung auf, deren Dichte ϱ' auf dem Elektrometer, wenn F die belegte Fläche auf dem Magneten, F' die Oberfläche der Elektrometernadel mit Zuleitung bedeuten, $\varrho' = \varrho\cdot\frac{F\cdot F'}{F+F'}$ ist. Und diese Ladung muss nach Aufhören der Berührung auf dem Elektrometer bleiben, bis sie durch die langsame Entladung durch die Luft verloren geht.

Es ergibt sich also, dass man mit einem hinreichend empfindlichen Elektrometer die Entscheidung, ob eine statische Ladung vorhanden ist oder nicht, in der Tat treffen kann. Nachdem Dolezalek[1]) die Methode angegeben hat, empfindliche Elektrometer auf einfache Weise herzustellen, ist die Möglichkeit geboten, solche Ladungen, wie sie hier in Frage kommen, messen zu können. Ich konstruierte mir ein solches Elektrometer, welches bei der Dicke 0,006 mm des Quarzfadens und einer Schwingungsdauer von 47″ eine Empfindlichkeit von 0,00673 Millivolt für einen halben Skalenteil Ausschlag zeigte, wenn die Quadranten mit einer Ladung von + 108 Volt durch Anschluss an die Lichtleitung geladen waren.

Mit der Elektrometernadel verband ich durch einen 0,1 mm dicken Silberdraht eine an einem Hartgummiträger isoliert aufgehängte Messingkugel. Die Länge dieses Pendels habe ich bei den Versuchen zuerst 751 mm, nachher 820 mm lang genommen, so dass die Kugel in den Wendepunkten der Pendelbewegung nahezu in der Symmetrieebene der Magnetachse lag. Die Entfernung der Kugel von dem Magneten wurde so gross gewählt, dass bei der grössten Elongation die Kugel eben den Mantel des vertikal gestellten Magneten berührte. Diese Elongation wurde dadurch hergestellt, dass die Kugel hinter einen Hartgummigriff, der an einem Stativ befestigt war, gelegt wurde. Der Magnet war ein Elektromagnet mit einem zylindrischen weichen Eisenkern von 160 mm Länge und 16 mm Radius, der Wert μ der Formel 2) war, wenn die Spule mit 8 Ampère Stromstärke versehen war, sowohl durch magnetische Messungen, wie durch Berechnung bestimmt zu 1169 $cm^{3/2}.g^{1/2}.sec^{-1}$. Da die Umdrehungszahl n durchweg = 10 gewählt war, konnte E für alle Punkte nach Formel 2) berechnet werden. In folgender Tabelle gibt die 5. Kolumne diese berechneten Werte, während die 6. Kolumne die Werte enthält, welche dem Ausschlage entsprechen würden unter der Voraussetzung, dass der erste Ausschlag richtig ist. Die erste Kolumne gibt die Distanz der Kugel von dem Mantel des Elektromagneten an. Für jede Distanz wurden Beobachtungen

1) Dolezalek, Verhandlung der Phys. Gesellsch. 3. S. 18. 1901.

mit rechts und links drehenden Elektromagneten gemacht, die beobachteten Ausschläge sind in Kolumne 2 und 3 als + und — angegeben, das der Berechnung zugrunde gelegte Mittel ist in Kol. 4 aufgeführt:

Distanz	Ausschlag +	Ausschlag —	Mittel	E nach Formel	E nach Ausschlag
0 cm	58	57,1	57,5	0,66041	0,66
3 „	53,8	51,2	52,5	0,59962	0,61
4 „	47	51,3	49,1	0,58605	0,562
76 „	1,5	2	1,75	0,02995	0,020

Wenn nun die Kugel nicht durch den Hartgummigriff in den bezeichneten Entfernungen in Ruhe gehalten wird, sondern in dem Felde pendelt, so war bei der Elongation 76 cm nur eine sehr unbedeutende Ladung zu erwarten. Sobald nun die Kugel anfängt zu pendeln, setzt sich die Nadel in Bewegung; da aber die Schwingungsdauer der Nadel 47″ resp. 62″ betrug, während die pendelnde Kugel etwa 1 Sekunde Schwingungsdauer hatte, so erreichte die Nadel dann nie den Wert, welcher der Berührung oder Annäherung auf 1 bis 2 cm entsprach. Ich habe mir die Maximalablenkungen notiert, welche naturgemäss auch erst erreicht wurden, nachdem die Kugel längst wieder in die Ruhelage hinter den Hartgummigriff zurückgekehrt war. Als grösste Ausschläge finde ich 25,5 und 27 Skalenteile, im Mittel 20 Skalenteile. Aber es ist für diese Ausschläge durchaus irrelevant, ob die Kugel den Magneten berührt oder nicht. Weder erfolgt bei dem Anschlagen der Kugel eine stossweise Bewegung der Nadel, noch zeigt das Elektrometer nach Aufhören der Berührung, wenn die Kugel wieder in die Ruhelage zurückgekehrt ist, eine dauernde Ladung, sondern sie kehrt nach dem Ausschlage, welcher beim Beginn des Pendelns entsteht und ganz gleichmässig wie eine gewöhnliche Schwingung verläuft, in gleichmässiger Bewegung wieder auf den Anfangswert zurück.

Ich bemerke noch, dass zwischen je 2 Versuchen das Elektrometer sorgfältig entladen wurde, indem sowohl Quadranten, wie Nadel gemeinschaftlich in einem Draht zur Erde abgeleitet wurden. Jedes Beobachten ohne solche fortgesetzte Entladung muss bei einem solchen Apparat natürlich verkehrte Resultate geben.

Damit scheint mir der Nachweis erbracht zu sein, dass eine statische Ladung auf dem Magneten nicht vorhanden ist, dass man also für die Konstitution der Magnete die AMPÈREsche Vorstellung von der Ersetzbarkeit der Elementarmagnete durch Molekularströme zulassen muss, und dass man für die Vorstellung der Kraftlinien voraussetzen muss, dass sie sich im Magneten mit demselben drehen, ausserhalb desselben aber eine Verzögerung erleiden je nach dem Haftvermögen des Mediums.

Diskussion. Herr LECHER-Prag: Ich glaube nicht, dass die dargestellten Versuche die Frage zur Entscheidung bringen können, ob durch unipolare Induktion eine elektrostatische Potentialdifferenz zwischen Pol und Äquator des rotierenden Magneten entsteht oder nicht, weil entweder jede äussere Zuleitung eine elektrostatische Influenz erhöht oder aber eine isolierte Probekugel ein gegen das Elektrometer zu kleine Kapazität besitzt.

Herr HOPPE-Hamburg: Da sich der Versuch so abändern lässt, dass in dem Magneten sich ein isoliertes Drahtgestell anbringen lässt, das mit einer

Kondensator-Ringscheibe versehen ist, so ist die Grösse der Ladung durch die folgende Formel gegeben. Die Fläche F ist die des Kondensatorrings, F', die Oberfläche der Kugel, des Drahtes und der Nadel, lässt sich ebenso einfach berechnen, also ist die Dichtigkeit der entstehenden Ladung aus der Formel

$$\varrho' = \varrho \frac{F \cdot F'}{F + F'}$$

zu berechnen und müsste sich messen lassen, wenn sie vorhanden wäre.

3. Herr E. Grimsehl-Hamburg: **Demonstration eines Pendels mit direkt messbarer Pendellänge.**

Das Pendel, das ich Ihnen hier vorführe, beruht auf dem Prinzip, dass eine im Schwerpunkte frei drehbar aufgehängte Masse bei Drehung oder Verschiebung der Aufhängung nur translatorische, aber keine Drehbewegungen ausführt. Hängt man daher eine Stange, die zwei um einen messbaren Abstand von einander entfernte, einander zugekehrte Schneiden hat, mit der einen Schneide auf, und hängt man auf die andere Schneide eine Masse in ihrem Schwerpunkt, so wird, wenn man die Stange in Schwingungen versetzt, die Masse sich nur hin- und herbewegen, aber sich nicht gleichzeitig drehen. Daher kommt für die Berechnung der Schwingungszeit des Pendels nur die Entfernung der Schneiden als Pendellänge in Betracht. Hierbei ist vorausgesetzt, dass die Stange, an der die Masse hängt, selbst auf die Schwingungszeit ohne Einfluss ist. Man verändert nun ein kleines Reguliergewicht an der Stange so, dass die Stange allein dieselbe Schwingungsdauer hat wie das ganze Pendel, dann kann man die Stange als masselos ansehen.

4. Herr H. Hartl-Reichenberg in Böhmen führte **Vorlesungsapparate eigener Konstruktion aus verschiedenen Gebieten der Physik** vor.

Die Mechanik war durch einen *Apparat[1]) zur experimentellen Behandlung der Lehre vom Trägheitsmoment, durch einen stetig und selbsttätig zeigenden *Bodendruck-Apparat und durch einen Apparat für das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz vertreten. Letztgenannter Apparat gestattet durch eine zweckmässige Einrichtung der Skalen, den Ausdehnungs- und Spannungskoeffizienten der Luft ($^1/_{273}$) auch ohne Rechnung experimentell nachzuweisen. Die Optik war in dem Vortrage durch ein Versuchsmodell vertreten, durch welches sich die Wirkung des Porroschen Prismensystems (Aufrichten und Näherrücken des Bildes) sowohl für die gewöhnlichen Prismenfernrohre, als auch für das Relieffernrohr demonstrieren lässt. Die vorgeführten elektrischen Apparate, welche durchweg in Vertikalebenen angeordnet und daher sehr übersichtlich sind, waren hinter einander geschaltet: zunächst ein *Pachytrop für 6 Elemente, dann ein *Stromwender und zwei verschieden geformte *Demonstrationsmodelle der Wheatstoneschen Brücke, welche nicht nur das Gesetz der Brücke zur Darstellung bringen, sondern auch für Durchführung von Widerstandsmessungen eingerichtet sind. Solche Messungen wurden auch durchgeführt, und zwar an einem System von drei auf einem *Schaltbrett angebrachten Spiralen von je 1 Ohm, die in verschiedener Weise neben und hinter einander geschaltet werden können. Dadurch wurden auch die Gesetze über den Widerstand verzweigter Leitungen experimentell nachgewiesen. Den Schluss des Vortrages bildete die Bestimmung

1) Die mit einem Sternchen bezeichneten Apparate sind in den von der Firma W. J. Rohrbecks Nachf., Wien I, herausgegebenen „Beiträgen zur Experimentalphysik“ ausführlich beschrieben.

des mechanischen Wärmeäquivalents mit einem sehr handlichen Apparate, bei welchem sich sowohl der experimentelle, als auch der rechnerische Teil dieser Bestimmung überaus einfach gestaltet.

Diskussion. Herr GRIMSEHL-Hamburg: Ich erwähne, dass ich den vom Herrn Vortr. vorgezeigten zweiten Apparat zur Demonstration des Prinzips der WHEATSTONEschen Brücke bereits vor ca. zehn Jahren in der Zeitschrift für physik. und chem. Unterricht veröffentlicht habe. Offenbar hat der Herr Vortr. von dieser Veröffentlichung keine Kenntnis gehabt, als er den jetzt vorgeführten Apparat gebaut hat.

Herr HARTL-Reichenbach i. Böhm.: Ich habe den Apparat während des Ferienaufenthaltes 1903 vollständig selbständig entworfen und zur Ausführung übergeben. Dass ich bereits vor Monaten das Manuskript der Beschreibung des Apparats an eben die POSKEsche Zeitschrift schickte, wo es noch liegt, zeigt wohl am besten, dass mir von der Veröffentlichung des Herrn Professor GRIMSEHL nichts bekannt war.

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, vormittags 10 Uhr.

Vorsitzender: Herr E. LECHER-Prag.

Zahl der Teilnehmer: 96.

Dieser Sitzung ging eine gemeinsame Sitzung mit der Abteilung für Mathematik und Astronomie voraus (s. S. 10).

5. Herr R. MÜLLER-URI-Braunschweig: **Vorführung von Vakuumröhren.**

Die Vakuumröhren, welche ich im Begriffe stehe, Ihnen vorzuführen, werden, obgleich zum grösseren Teile nicht neu, dennoch in zwiefacher Hinsicht von Interesse sein.

Dieselben zerfallen in zwei Gruppen, von denen die eine durch in Serien montierte Vakuumröhren gebildet wird. Diese Einrichtungen bezwecken zunächst Verminderung des Aufwandes an Zeit und Arbeit bei der Vorführung. Da die für den Unterricht zur Verfügung stehende Zeit für die wachsende Menge des Lehrstoffes nicht ausreicht, sind zweckmässige Vereinfachungen dieser Art sehr notwendig. Die andere Gruppe besteht aus Vergrösserungen der Modelle der Hochvakuumröhren. (Diese geben besonders für grosse Auditorien die Möglichkeit, auch den ferner sitzenden Hörern die interessanten Lichterscheinungen zur Anschauung zu bringen.)

Zur ersten Gruppe bildet die Original-Vakuumskala nach CH. R. CROSS die Einleitung. Sie gibt in ihren 6 zylindrischen Röhren (von 500 mm Höhe bei 30 mm Durchmesser) ein klares Bild der fortschreitenden Luftverdünnung und der für die Hauptstadien charakteristischen Lichterscheinungen, wie man solche in einem mit der arbeitenden Quecksilber-Luftpumpe verbundenen Rohre wahrnimmt. Um auch die interessanten Lichterscheinungen an den Polen besser und eingehend studieren zu können, sowie um den Einfluss der Elektrodengestaltung zu zeigen, ist das eine Ende der Röhre stets mit einer Stiftelektrode, das andere mit einer Scheibenelektrode versehen worden. Meine Vakuumskala nach CROSS, die seit mehr als 6 Jahren eine Spezialität meines Institutes bildet, wird mit verhältnismässig wenigen Ausnahmen mit hinter einander geschalteten Röhren, zur gleichzeitigen Beleuchtung

aller, geliefert. Die Röhren sind in ein zugleich vollkommenen Schutz gewährendes Holzstativ fest eingesetzt. Bei der Sonderschaltung jeder Röhre wird sich allerdings die Aufmerksamkeit ungestört auf die gerade behandelte Einzelröhre der Skala richten können und jede Ablenkung durch die Nebenröhren vermieden werden, es fällt dabei aber auch die Möglichkeit des sofortigen Vergleiches und die Gesamtübersicht fort, die durch gleichzeitige Beleuchtung aller 6 Röhren geboten werden.

Die in den Röhren der Vakuumskala verbliebenen Druckwerte sind, in Millimeter-Quecksilbersäule ausgedrückt, folgende:

Für	No. 1	ca.	40 mm	Druck,	leuchtender Faden, DE LA RIVE,
„	„ 2	„	10 „	„	Auflösung des leuchtenden Fadens, DE LA RIVE,
„	„ 3	„	6 „	„	das homogene Licht der typischen GEISSLERschen Röhre,
„	„ 4	„	3 „	„	geschichtetes Licht, GASSIOTsche Kaskaden,
„	„ 5	„	0,14	„	sogenanntes TESLAlicht, leuchtende Wolken,
„	„ 6	„	0,03	„	CROOKESsche Glasfluoreszenz, bezw. RÖNTGEN-Vakuum.

Als nächste Nummer der ersten Gruppe folgt das GEISSLERröhren-Serien-Kompendium, dessen Röhren annähernd gleiche Luftverdünnung besitzen und der 3 der Vakuumskala ungefähr entsprechen. Die in üblicher Grösse der Ausführung unter Ihre Augen gebrachte Serie ist in einen Rahmen fest eingesetzt; sie wird durch einen mit Fenster versehenen verschliessbaren Kasten geschützt und staubfrei gehalten. Diese Einrichtung hat sich auch für den Transport, selbst für die weitesten Strecken, als zweckmässig und sicher erwiesen.

In dieser Serie sind die 6 Hauptarten der GEISSLERröhren-Klasse durch besonders schöne Exemplare vertreten:

No. 1. Das zylindrische Rohr mit dem typischen homogenen GEISSLERlichte zeigt auch die charakteristische dunkle Strecke vor der Anode (die mittlere freie Weglänge nach CROOKES).

No. 2. Das Verzierungsrohr mit Uranglas-Spiralen zeigt deren dekorative Wirkung und in den Kapillarendstücken die Erhöhung der Lichtstärke durch Verminderung des Querschnittes (die bei den Spektralröhren verwendete Eigenschaft). Diese Röhre ist der Haltbarkeit wegen in einen Schutzmantel eingeblasen.

No. 3. Das Kugelrohr ist mit einer nachleuchtenden Gasart gefüllt, die nach Ausschaltung des Stromes noch kurze Zeit eine Art Phosphoreszenz zeigt.

No. 4. Eine Compoundröhre, in deren beide Abteilungen zwei verschiedene Gase eingelassen sind (z. B. rötlicher Stickstoff in die eine und weissliche Kohlensäure in die andere).

No. 5. Die Röhre mit phosphoreszierender Substanz, welche nach Unterbrechung des Stromdurchgangs weiter leuchtet (z. B. doppelt geglühtes Calciumsulfat).

No. 6. Die Röhre mit fluoreszierenden Lösungen (Fluoreszeïn, schwefelsaures Chinin, Eosin etc.).

Die extragrosse Serie konnte leider nicht mehr rechtzeitig fertig gestellt werden.

Das Serienbrett ist besonders für kugelförmige Apparate passend, die, auf dem Serienbrette angeordnet und unter einander verbunden, gleichzeitig erleuchtet werden und daher geeignet für Vorführung von Apparaten gleicher

Gattung sind, z. B. mehrerer der Mineralröhren nach CROOKES, welche sehr schöne Lichteffekte geben. Diese Serienbretter werden auf Wunsch mit Schiebekontakten zur successiven Einzelschaltung versehen, wie es bei der Kollektion extragrosser Kugelröhren geschehen ist. Von dieser Gattung der Vakuumröhren kommen wir zur 2. Gruppe, den extragrossen Hoch-Vakuumröhren.

Wie eingangs erwähnt, sind diese infolge Dimensionierung auch für weniger scharfe Augen in den grössten Auditorien noch auf den weit abliegenden Plätzen sichtbar. Die Notwendigkeit dieser Vergrösserungen ist bereits seit langem empfunden worden, aber erst seitdem mit der RÖNTGEN-Epoche die Evakuierung grösserer Hohlkörper zu den üblichen Arbeiten zu zählen anfing, die infolge verbesserter Einrichtungen keinen hohen Kostenaufwand mehr bedingte, konnte mit Erfolg an diese Vergrösserungen herangetreten und konnten grosse Kugelkörper mit dauerndem Hochvakuum zu relativ geringen Preisen erzielt werden. Als erste der extragrossen Röhren wurde vor einigen Jahren schon für Herrn Professor Dr. LENARD die Röhre mit umlegbarem grossen Schattenkreuz nach CROOKES hergestellt. Die übrigen kugelförmigen Röhren der Serie folgten bald, und neuerdings sind auch die zylindrischen Röhren mit Leuchtschirm zur Demonstration des ablenkbaren Lichtstreifens sowie die PULUJschen Lampen in ausserordentlich grossen Exemplaren erzielt worden. Um die Grössenverhältnisse besser zu illustrieren, stelle ich ungefähre Massangaben der grösseren alten Modelle denen der extragrossen neuen Ausführungen gegenüber, wobei der Benennung und der Nummer meines Kataloges die Nummern der CROOKES-GRETSCHELschen Broschüre beigesetzt sind:

		Extragrosses Modell Länge-Durchm. mm	Grössere alte Modelle Länge-Durchm. mm
No. 2126 I	Dunkelraum-Röhre	300/70	200/40
„ 2127 II	Glasfluoreszenzröhren	120/50	100/30
„ 2129/30 IV	Mineralienröhren	130—150	80
„ 2143/4 VII a u. b	Kugelapparate, niederes und hohes Vakuum	220	110—130
„ 2146 IX	Röhre mit umlegbarem Schattenkreuz	320/140	200/80
„ 2150 XIV „ 2154 XVIII	Schirmröhren mit Schliff	300/70	250/40
„ 2156 XXI	Röhre mit Iridium-Glühfolie	200	100/30.

Diese extragrossen kugelförmigen Apparate legten anderseits den Wunsch nahe, auch die Röhrenserien in entsprechend grossen Abmessungen zu besitzen. Ich bin deshalb auch in der Lage, eine Vakuumskala vorzuführen, deren Röhren auf mehr als das Doppelte der Länge und Weite gebracht worden sind. Das hier vorhandene Exemplar besitzt Röhren von 1,25 cm Höhe bei 60 mm Durchmesser. Die Verbindungen werden durch Kontaktschlitten hergestellt. Ebenso ist auch das GEISSLERröhrenserien-Kompendium in grösseren Abmessungen erzielt worden. (Ich verweise diesbezüglich auf die Angaben meines Prospektes No. 42, in welchem alles Nähere dargelegt ist.)

Zu den erwähnten Vakuumröhren der CROOKESschen Kollektion in extragrosser Ausführung gehören auch noch die Konstruktionen 1. mit dem stark leuchtenden (und nachleuchtenden) Schmetterling, 2. mit dem in natürlichen Farben leuchtenden Bouquet, 3. mit Bouquet und darüber rotierendem leuchtenden Radiometer, 4. eine Röhre mit 5 verschiedenen Mineralienstückchen in

kandelaberförmigem Glashalter, 5. die Phosphoreszenzlampe nach J. PULUJ, extragross, 6. die Zwillingsröhre nach WINKELMANN zur Demonstration oszillierender Entladungen und des Auftretens von Wechselströmen, 7. CROOKESsche Röhren mit verschiedenen grossen Mineralienstücken, welche unter der Einwirkung der reflektierten RÖNTGENstrahlen prächtig aufleuchten; und diejenigen Stücke davon, welche die schönsten Leuchteffekte geben, werden hier vorgeführt werden.

6. Herr C. DIETERICI-Hannover: **Über die kalorischen Eigenschaften des Wassers und seines Dampfes bei hohen Temperaturen.**

Der Vortragende berichtet über neue Versuche, welche die Flüssigkeitswärme des Wassers und ihre Veränderung mit der Temperatur bis 300° C. zu ermitteln gestatteten.

Mit Hilfe der gewonnenen Resultate und derjenigen von RAMSAY und YOUNG über den Druck des Wasserdampfes bei hohen Temperaturen ist es möglich, die Energieänderung, welche das Wasser bei hohen Temperaturen mit Veränderung des Volumens erleidet, zu berechnen. Der in Kurven dargestellte Energieverlauf gestattet, zuverlässige Schlüsse über die direkt nicht oder unsicher messbaren spezifischen Wärmen des überhitzten Dampfes zu ziehen und damit allgemeine Folgerungen über die Zustandsgleichung abzuleiten.

(Der Inhalt des Vortrages erscheint ausführlich in den Fachzeitschriften.)

Diskussion. Herr M. REINGANUM-Münster i. W.: Zunächst möchte ich zu der Gleichung $c_p - c_v = (\pi + p)\, dv$ bemerken, dass in derselben eine nicht streng mechanisch begründete Analogie liegt, nämlich dass der innere Druck genau so wie der äussere Druck behandelt werden kann. Für den einzigen Weg, auf dem man streng vorgehen kann, halte ich den, von der Virialgleichung auszugehen, denselben, den ich schon in meiner Dissertation eingeschlagen habe. Das Virial der inneren Kräfte ist proportional $\Sigma r f(r)$, wobei r die Entfernung und $f(r)$ die Kraft zwischen den einzelnen Massenpunkten ist. Die innere Energie ist proportional diesem Ausdruck, und man kann von dieser Beziehung von Virial und innerer Energie ausgehen.

Eine zweite Bemerkung möchte ich zum Gang der spezifischen Wärme mit dem Volumen machen. Derselbe ist durch die Gleichung gegeben:

$$\frac{\partial c_v}{\partial v} = T \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}.$$

Die Versuche von AMAGAT und YOUNG erlauben, den Gang dieses zweiten Differentialquotienten als Funktion des Volumens und der Temperatur wenigstens angenähert festzustellen, und ich habe in meiner Dissertation gezeigt, dass auf Grund hiervon die spezifische Wärme c_v in der Nähe des kritischen Volumens ein Maximum hat. Auch die von mir aufgestellte Zustandsgleichung ergibt zum wenigsten qualitativ diesen Gang der spezifischen Wärme richtig wieder. Herr Prof. DIETERICI hat dieses Maximum später experimentell gefunden, ich möchte daher hervorheben, dass ich das Vorhandensein desselben vorher schon rechnerisch festgestellt habe.

Herr DIETERICI-Hannover: Als Ausgangspunkt zur Bildung der Zustandsgleichung das Virialprinzip zu nehmen, ist zweifellos unanfechtbar; aber ebenso unanfechtbar, dass die Differenz $c_p - c_v$ der spezifischen Wärmen gleich ist der Arbeit gegen äusseren und Kohäsionsdruck.

Zur Bemerkung des Herrn REINGANUM auf seine schon ausgeführte Berechnung des c^v ist zu bemerken, dass diese Berechnung sich auf die Sätti-

gungszustände allein erstreckt, die Berechnung der Energie-Isothermen für das weite Gebiet des stark überhitzten Dampfes ist und konnte bisher nicht ausgeführt werden.

7. Herr A. Köhler-Jena: **Eine mikroskopische Einrichtung für ultraviolettes Licht ($\lambda = 275\ \mu\mu$) und damit angestellte Untersuchungen organischer Gewebe.**

Wenn die Wirkungsweise des Mikroskopobjektivs vollständig dadurch zu erklären wäre, dass die von jedem Objektpunkt ausgehenden Strahlen sich in den konjugierten Bildpunkten vereinigten, dann wäre die streng ähnliche Wiedergabe der eingestellten Objektebene allein an die ausreichende Korrektion der Bildfehler geknüpft, deren Ursachen und Wirkungen uns die geometrische Optik kennen lehrt. Man pflegt allerdings im elementaren Unterricht zunächst die Wirkungsweise des Mikroskops ebenso wie die der übrigen optischen Instrumente unter dieser Voraussetzung zu erläutern, und es lässt sich auch nicht leugnen, dass diese Erklärung, abgesehen von dem didaktischen Wert, den sie bei der ersten Einführung in die Theorie der optischen Instrumente besitzt, auch in vielen und praktisch wichtigen Fällen mit der Beobachtung im Einklang zu stehen scheint. Bei dem Mikroskop tritt sie aber in Widerspruch zu den Tatsachen gerade in den Fällen, wo es sich um die Abbildung der feinsten diesem Instrument noch zugänglichen Einzelheiten handelt. Den Grund dafür lehrt uns die Physik kennen: sie zeigt uns, dass den Lichtstrahlen, die die geometrische Optik als gegeben annimmt, eine reale Existenz nicht zukommt, dass vielmehr die Ausbreitung des Lichtes in ähnlicher Weise erfolgt, wie die Ausbreitung des Schalles in der Luft oder der Wellen auf einer Flüssigkeit. Nur solange bei der mikroskopischen Abbildung keine Dimensionen in Betracht kommen, deren Ausmaße der Wellenlänge des Lichtes vergleichbar sind, liefert die Annahme solcher Lichtstrahlen noch Resultate, die den Tatsachen nicht auffallend widersprechen: sind diese Bedingungen aber nicht erfüllt, so muss die Abbildung, unter Berücksichtigung der Wellennatur des Lichtes, als eine Beugungserscheinung behandelt werden.

Für das Mikroskop ist das, ziemlich zu gleicher Zeit, von Helmholtz für selbstleuchtende und von Abbe für beleuchtete Objekte geschehen.

Ohne weiter auf die Einzelheiten dieser Untersuchungen einzugehen, sei hier als deren wichtigstes Resultat nur hervorgehoben, dass eine objektähnliche Abbildung unter allen Umständen ihre Grenze finden muss, wenn die Ausmaße der Objektstruktur auf kleine Vielfache oder gar Bruchteile von der Wellenlänge des angewandten Lichtes herabsinken. Das sogenannte Bild gibt dann nicht mehr eine Projektion des Objektes auf die eingestellte Ebene einfach vergrössert wieder, sondern es bietet schliesslich nur noch eine, wenn man so sagen darf, schematische Wiedergabe von der Anordnung der Strukturelemente. Auch diese hört, bei periodischen Strukturen wenigstens, gänzlich auf, wenn die Abstände der Strukturelemente kleiner sind wie die halbe Wellenlänge des angewandten Lichtes; bei diesen Dimensionen liegt die Grenze des sogenannten Auflösungsvermögens.

Die schematische Wiedergabe einzelner Objekte, deren Ausdehnung nach zwei oder drei Dimensionen unter jene Grenze hinabgeht, findet allerdings unter günstigen Bedingungen, wie sie die von Siedentopf eingeführte Beleuchtungsmethode bietet, erst bei Ausmaßen ihre Grenze, die viel kleiner sind als die für die Grenze des Auflösungsvermögens angegebenen. Die Anwendung dieser Methode ist aber auf eben diese bestimmte Kategorie von Objekten beschränkt. Unter allen Umständen kann das Gebiet der objektähnlichen Abbildung nur dadurch erweitert werden, dass man Licht von kleinerer Wellen-

länge benutzt. Die Wellenlänge des Lichtes ist, mit zwei anderen Grössen, mit der Schwingungszahl und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, durch die Beziehung verknüpft: $\lambda = \frac{V}{N}$.

Hieraus ergibt sich, dass eine Verkürzung der Wellenlänge gebunden ist 1. an eine Verminderung der Geschwindigkeit und 2. an eine Vergrösserung der Schwingungszahl.

Da man bei der mikroskopischen Beobachtung zunächst mit der Anwendung des weissen Lichtes zu rechnen hat, dessen wirksamstem Bestandteil. den hellgrünen Strahlen, eine Schwingungszahl von 545 Billionen zukommt, so ist man zur Erzielung möglichst kurzer Wellenlängen auf das unter 1. genannte Mittel angewiesen: man verwendet ein Medium, in dem die Lichtgeschwindigkeit klein ist, oder, was genau dasselbe sagt, ein Medium, dessen Brechungsexponent hoch ist. Das hochbrechende Medium muss, wenn die Erhöhung des Auflösungsvermögens wirklich voll eintreten soll, einerseits vom Objekt aus bis zur letzten sphärischen Fläche des Kondensors, andererseits bis zur ersten sphärischen Fläche des Objektivs reichen. Für diese Art des Gebrauchs bestimmte Objektive sind die bekannten Immersionsobjektive: Die Erhöhung des Auflösungsvermögens, die diese Objektive einem theoretisch vollkommenen Trockensystem gegenüber aufweisen, wird durch die numerische Apertur (das Produkt aus dem Sinus des halben Öffnungswinkels und dem Brechungsexponenten der Immersionsflüssigkeit) gemessen,

Die verbreitetsten Systeme dieser Art, die Systeme für homogene Immersion, weisen ein Auflösungsvermögen auf, das einem idealen Trockensystem gegenüber um 30—40 Proz. gesteigert ist; bei der seinerzeit von Abbe berechneten Monobromnaphthalinimmersion ist es sogar um 60 Proz. erhöht.

Der Gewinn jedoch, der durch das letztgenannte System theoretisch erreicht sein müsste, war praktisch in sehr vielen Fällen nicht nutzbar zu machen wegen gewisser Eigenschaften, die die hochbrechenden Einschlussmedien besitzen. Für eine grosse Zahl von Objekten, die in wässrigen Einschlussmedien untersucht werden müssen, sind solche Systeme überhaupt nicht mit Nutzen anwendbar. Ein wesentlicher Fortschritt auf diesem Wege erscheint ausserdem ausgeschlossen, da wir keine für diese Zwecke brauchbaren Medien von erheblich höherem Brechungsexponenten kennen.

Eine wesentliche Erhöhung des Auflösungsvermögens ist dagegen ohne die Anwendung besonders stark lichtbrechender Medien möglich, wenn man von der Verwendung des weissen Lichtes absieht und ausschliesslich Licht von grösserer Schwingungszahl verwendet, d. h. blaues oder violettes Licht. Auf die Vorteile, die dessen Anwendung mit sich bringt, hat meines Wissens zuerst Amici hingewiesen, und man hat seitdem mehrfach bei der Untersuchung der feinsten Strukturdetails von diesem Mittel Gebrauch gemacht. Zur subjektiven Untersuchung hat man es allerdings meist nicht benutzt, da sowohl die Empfindlichkeit, wie auch die Sehschärfe des Auges für dunkelblaues und violettes Licht schon ziemlich gering sind, auch wenn man sehr intensive Lichtquellen verwendet; man hat daher in der Regel die Mikrophotographie zu Hilfe genommen.

Ich bin nun noch einen Schritt weiter gegangen und habe versucht, Licht von noch viel kürzerer Wellenlänge, ultraviolettes Licht, zu benutzen, das vom Auge überhaupt nicht mehr direkt wahrgenommen wird. Die Anwendung dieses Lichtes erfordert einen besonderen Beleuchtungsapparat, eine besondere optische Ausrüstung des Mikroskops, eine Vorrichtung zum Beobachten der an sich ja unsichtbaren Bilder, sowie eine mikrophotographische Camera, die aber nicht wesentlich von der üblichen Konstruktionsform abweicht. Ein derartiger,

vollständiger Apparat sowie Aufnahmen, die ich mit ihm hergestellt habe, sind von der Firma Zeiss ausgestellt. Eine Demonstration des Apparats selbst ist der Natur der Sache nach nur in einem ganz beschränkten Kreise möglich, und ich gestatte mir daher, die Herren, die sich näher dafür interessieren, zur Besichtigung des Apparats in der Ausstellung einzuladen. Hier möchte ich mich darauf beschränken, die Einrichtung kurz unter Benutzung von Lichtbildern zu besprechen und ein paar charakteristische Photogramme, die damit hergestellt sind, zu demonstrieren.

Als Lichtquelle benutze ich den zwischen Kadmium- oder Magnesiumelektroden überspringenden Funkenstrom einer Leydener Flasche, die durch ein Induktorium geladen wird. Die von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen werden durch einen besonderen Beleuchtungsapparat mit Linsen und Prismen aus Bergkristall zerlegt, und das zur Anwendung kommende Licht von der Wellenlänge 275 $\mu\mu$ (bei Magnesium 280 $\mu\mu$) wird durch eine Irisblende abgesondert. Diese Blende bildet die Eintrittspupille eines Kondensors aus Bergkristall, der dann dieses Licht in Gestalt eines Strahlenkegels von grösserer oder kleinerer Apertur dem Objekt zuführt.

Das Objekt selbst liegt auf einem kleinen, aus Bergkristall hergestellten Objektträger oder auf dünnen Plättchen aus U. V.-Glas und ist mit einem dünnen Deckplättchen aus geschmolzenem Quarz bedeckt. Als Einschlussmittel können Wasser, physiologische Kochsalzlösung, Glyzerin, Gemische von Glyzerin und Alkohol, sowie Vaselinöl dienen; die Anwendung von Kanadabalsam und ähnlichen Harzen ist dagegen ausgeschlossen, da sie zu undurchlässig sind.

Die Objektive sind nach einem ganz neuen, von Dr. von Rohr gefundenen Typus konstruiert. Sie bestehen aus einem einzigen Material — aus geschmolzenem Quarz — und sind nur sphärisch und für die Sinusbedingung korrigiert; eine chromatische Korrektion ist durch die Verwendung monochromatischen Lichtes überflüssig gemacht. Nach mehreren Versuchen haben wir uns für die Herstellung von drei Objektiven — Monochromaten, wie wir sie nennen — entschieden, deren Brennweiten und Aperturen (d. h. die Werte $n. \sin u$) zugleich zur Bezeichnung dienen: es sind

6 mm n. A. 0,35; 2,5 mm n. A. 0,85; und 1,7 mm n. A. 1,25.

Die beiden zuletzt genannten Systeme sind Immersionssysteme; als Immersionsflüssigkeit dient eine Mischung von chemisch reinem Glyzerin und Wasser, deren Brechungsexponent bis auf kleine Abweichungen mit dem des geschmolzenen Quarzes übereinstimmt.

Da die Wellenlänge des Lichtes, mit dem sie benutzt werden, nur halb so gross ist wie die mittlere Wellenlänge des Tageslichts, so entspricht ihr Auflösungsvermögen demjenigen von Objektiven mit gerade doppelt so grosser Apertur: also 0,7, 1,7 und 2,5. Für diese Grössen, die hier also das Auflösungsvermögen in derselben Weise charakterisieren, wie es die numerische Apertur bei der Verwendung von Tageslicht tut, schlage ich die Bezeichnung relatives Auflösungsvermögen vor.

Vergleichen wir das stärkste dieser Systeme — ebenso wie wir es vorhin mit den Immersionssystemen getan haben — mit einem idealen Trockensystem, so finden wir eine Steigerung des Auflösungsvermögens um 150 Proz., während sie dort nur 30—40 Proz. betrug.

Die Okulare bestehen aus Bergkristall, ihre Vergrösserungen (nach der von Abbe eingeführten Definition) dienen zugleich zur Bezeichnung; sie betragen 5, 7, 10, 14 und 20.

Zur Beobachtung und zum Einstellen des Bildes habe ich einen Hilfsapparat konstruiert, den ich als „Sucher“ bezeichnet. Er ist, wenn ich so

sagen darf, ein künstliches Auge, das auf ultraviolettes Licht reagiert. Sein optischer Apparat besteht aus Bergkristall, seine Retina aus fluoreszierendem Glas. Das auf dieser Retina entworfene Bild wird von dem Beobachter mit einer starken Lupe betrachtet. Dieses künstliche Auge ist weitsichtig, und zwar beträgt die Hypermetropie etwa drei Dioptrien: hat man daher das Mikroskop so eingestellt, dass das Bild auf der fluoreszierenden Platte scharf erscheint, so wird es, wenn man an die Stelle des Suchers die photographische Camera bringt, scharf auf die Mattscheibe projiziert, falls der Cameraauszug etwa 30 cm beträgt. Weicht die Cameralänge nur um wenige cm von diesem Betrag ab, so schadet das nichts; grössere Änderungen der Cameralänge sind nicht nötig, da die fünf Okulare eine ausreichende Abstufung der Vergrösserung zur Verfügung stellen.

Für subjektive Beobachtungen mit dem Sucher ist in erster Linie die Magnesiumlinie $\lambda = 280\ \mu\mu$ zu empfehlen, die, wie PFLÜGERs Untersuchungen neuerdings bestätigten, an Intensität alle übrigen bekannten Lichtquellen im Ultraviolett weit übertrifft. Für photographische Aufnahmen ist dagegen die Kadmiumlinie $\lambda = 275\ \mu\mu$ anzuwenden, deren Licht homogener ist als das der Magnesiumlinie. Da die Objektive chromatisch nicht korrigiert sind, gibt die Kadmiumlinie schärfere Bilder. Bei diesen Aufnahmen benutzt man gewöhnliche, nicht orthochromatische Platten.

Die definitive Untersuchung der feinsten Einzelheiten ist nur mit Hilfe der Photographie möglich; die Überlegenheit der photographischen Platte gegenüber fluoreszierenden Schichten tritt hier ebenso deutlich zutage wie bei den Spektraluntersuchungen im Ultraviolett.

Schon bei meinen ersten orientierenden Untersuchungen fand ich nun, dass durch die Anwendung des ultravioletten Lichtes nicht nur das Auflösungsvermögen auf einen Betrag gesteigert wird, der auf andere Weise nicht zu erzielen ist, man erreicht damit auch noch einen zweiten, zunächst ganz unerwarteten Vorteil. Zahlreiche Stoffe, wie z. B. das Chromatin der Kerne, die vorhandenen Zellen der Epidermis, die Fasern der Kristallinse, erweisen sich als fast undurchlässig, so dass ohne weiteres in den Präparaten Differenzierungen sichtbar werden, die man seither nur durch künstliche Färbung der fixierten Gewebe hervorzurufen vermochte. Von den Geweben der Pflanzen sind ähnlich undurchlässig z. B. die Cuticula, der Kork und die verholzten Zellmembranen.

Aus diesem Grunde kann die Anwendung des ultravioletten Lichtes auch von Wert sein bei Untersuchungen, bei denen die Steigerung des Auflösungsvermögens noch gar nicht in Frage kommt, und für diesen Zweck ist besonders der schwächste Monochromat bestimmt, dessen Auflösungsvermögen ja das starker Trockensysteme nicht einmal erreicht.

Übrigens kann auch bei der Untersuchung mit gewöhnlichen achromatischen oder apochromatischen Objektiven die Beleuchtung mit ultraviolettem Licht zu interessanten Ergebnissen führen. Bei der Bestrahlung mit ultraviolettem Licht senden viele Gewebebestandteile so intensives Fluoreszenzlicht aus, dass sie, ohne Anwendung einer anderen Lichtquelle, allein durch ihr eigenes Fluoreszenzlicht leuchtend, noch mit starken Trockensystemen untersucht werden können. Das Licht wirkt auf das Auge noch so stark, dass ich bei dem Sucher besondere Vorkehrungen treffen musste, um es unschädlich zu machen. Auf der photographischen Platte kommt es allerdings dem ausserordentlich viel wirksameren ultravioletten Licht gegenüber nicht zur Wirkung.

Ich habe diese Fluoreszenz zunächst nur als eine störende Nebenwirkung angesehen, die ich unschädlich machen musste; erst in der allerletzten Zeit habe ich sie etwas näher untersucht und bin zu der Ansicht gekommen, dass

die Farbe des Fluoreszenzlichtes vielleicht auch zur Unterscheidung verschiedener Gewebebestandteile benutzt werden kann. So fand ich z. B., dass die Zellmembranen im Holze schön blau fluoreszieren, die Cuticula in einem Falle weiss, in einem anderen Falle, wo sie gelb gefärbt war, ebenfalls gelb.

Bekannt ist ferner, dass das ultraviolette Licht unter Umständen sehr kräftige physiologische Wirkungen ausübt. Zu solchen Untersuchungen ist der in Rede stehende Apparat, wie die kürzlich von HERTEL darüber publizierte Arbeit zeigt, ebenfalls bequem verwendbar.

Diese intensiven Strahlen von kurzer Wellenlänge bieten uns also mehr als ein Mittel, vor allem den komplizierten Bau der organischen Materie ein gutes Teil weiter zu erforschen, als es mit unseren seitherigen Hilfsmitteln möglich war: dem Auge des Menschen unsichtbar, versprechen sie da weiter zu helfen, wo die sichtbaren Strahlen unserem Gesichtssinn den gewohnten Dienst zu versagen beginnen.

8. Herr W. SCHEFFER-Berlin: **Über Beziehungen zwischen stereoskopischen Aufnahme- und Beobachtungsapparaten.**

Diskussion. Herr EDLER-Halle a. S. bittet um Auskunft, wie stereoskopische Aufnahmen, die mit schräg gehaltenem Apparate gemacht wurden, richtig zu kopieren sind.

Herr W. SCHEFFER-Berlin: Genau wie gewöhnliche, nur wird bei der Betrachtung das Stereoskop genau so gehalten, wie der Apparat bei der Aufnahme stand.

---

3. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr A. VOLLER-Hamburg.

Zahl der Teilnehmer: 52.

9. Herr LEO GRUNMACH-Berlin: **Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung und des Molekulargewichts von verflüssigtem Stickstoffoxydul.**

In zwei früheren Abhandlungen [1]) habe ich gezeigt, dass man die Kapillarwellenmethode zur genauen Bestimmung der Oberflächenspannungen und Molekulargewichte verflüssigter Gase anwenden kann. In der vorliegenden Arbeit, welche eine Fortsetzung meiner Untersuchungen auf diesem Gebiete bildet, will ich mir erlauben, über meine mit Stickstoffoxydul ausgeführten Versuche in Kürze zu berichten.

Das verflüssigte Stickstoffoxydul wurde als chemisch rein (frei von Stickoxyd und Sauerstoff) von der englischen Firma Ash and Sons in Stahlbomben bezogen. Aus der Bombe wurde es zunächst durch ein mit konzentrierter Schwefelsäure gefülltes Trockengefäss und aus diesem in einen als Kondensationsgefäss dienenden ERLENMEYERschen Kolben geleitet, dessen Deckel mit zwei Bohrungen für das Zuleitungsrohr und für ein Pentanthermometer versehen war. Das Kondensationsgefäss stand auf einem Glasdreifuss innerhalb eines grossen, aus zwei konzentrischen Zylindern gebildeten Doppelgefässes, dessen Zwischenräume durch Watte ausgefüttert waren. Als Abkühlungsflüssigkeit im inneren Zylinder wurde Petroläther benutzt, der durch Eingiessen von flüssiger Luft bei beständigem Umrühren auf —93 bis —95° C. abgekühlt wurde, während die Temperatur im Kondensationsgefäss einige Grad

1) L. GRUNMACH, Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1900, S. 829, und 1901, S. 914.

höher gehalten wurde. Da Kondensations- und Erstarrungstemperatur des Stickstoffoxyduls nahe an einander liegen, muss sowohl die Abkühlung, wie das Zuströmen des Gases sehr genau reguliert werden, um ein Erstarren des kondensierten Stickstoffoxyduls und ein Verstopfen des Zuleitungsrohrs zu verhüten. Das so verflüssigte Stickstoffoxydul wurde durch Filter in das zur Beobachtung dienende halbkugelförmige DEWARsche Gefäss hineinfiltriert, welches möglichst erschütterungsfrei auf einem die Grundplatte des Stimmgabelstativs frei durchsetzenden, also unabhängig von ihm fest aufgestellten Dreifusse ruhte.

Die Versuchsanordnung und die Methode der Beobachtung war die gleiche wie bei meinen früheren Versuchen [1]), nur habe ich diesmal zur Berechnung der Oberflächenspannung aus der allgemeinen Gleichung

$$\alpha = \frac{\sigma n^2 \lambda^3}{2\pi} - g\frac{\lambda^2 \sigma}{4\pi^2} \text{ dyn./cm},$$

in welcher σ die Dichte, n die Schwingungszahl, λ die Wellenlänge und g die Erdbeschleunigung bedeuten, auch das von der Schwere herrührende Korrektionsglied berücksichtigt ist, dessen numerischen Einfluss ich an anderer Stelle diskutiert habe.[2])

Als erregende Stimmgabel diente wieder die mit P. T. R. II. 38 bezeichnete; sie war inzwischen zu Kapillarmessungen auf flüssigem Brom und flüssigem Jod benutzt und durch deren Dämpfe etwas angegriffen worden und wurde deshalb von neuem von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft mit dem Ergebnis, dass ihre Gleichung jetzt ist:

$$n_t = 253{,}01 - 0{,}025\ (t - 19{,}1^0\ \text{C.}).$$

Als Siedepunkt des Stickstoffoxyduls geben die Herren CAILLETET und COLARDEAU [3]) den Wert $-88{,}8^0$ C. an ohne nähere Angabe des zugehörigen Barometerstandes, während die Herren RAMSAY und SHIELDS [4]) bei Atmosphärendruck den Wert $-89{,}8^0$ C. finden. Da meine Beobachtungen bei den Barometerständen $\beta_0 = 741{,}1$ mm und $\beta_0 = 753{,}3$ mm ausgeführt worden sind, so habe ich den Siedepunkt besonders bestimmt und gefunden: $-89{,}4^0$ C. bei $\beta_0 = 741{,}1$ mm. Als Thermometer diente hierzu ein von C. RICHTER aus Jenenser Glas 16^{III} hergestelltes, von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüftes Pentanthermometer P. T. R. II 20286. Unter Annahme der von Hrn. CAILLETET [5]) früher mitgeteilten Daten über die Tension des Stickstoffoxyduls, nämlich dass einer Druckdifferenz von 0,1 Atmosphäre eine Temperaturdifferenz von 2^0 C. entspricht, ergibt sich dann als Siedepunkt für den Barometerstand $\beta_0 = 753{,}3$ der Wert $-89{,}1^0$ C. Für die Dichte des verflüssigten Stickstoffoxyduls liegen ältere Beobachtungen vor von ANDRÉEFF [6]), aus denen er die Formel ableitet

$$\sigma = 0{,}9368 - 0{,}0039\ t,$$

und neuere Beobachtungen der Herren L. CAILLETET und E. MATHIAS [7]), die sie durch die Gleichung darstellen:

$$\sigma = 0{,}342 + 0{,}00166\,t + 0{,}0922\,\sqrt{36{,}4 - t}\,.$$

1) L. GRUNMACH, a. a. O.; ferner: Ann. d. Phys. 3, S. 659, 1900; 9, S. 1262, 1902.
2) L. GRUNMACH, Wissenschaftl. Abhandl. d. Kais. Normal-Aichungs-Kommission. Heft III, S. 107, 125 u. ff.
3) L. CAILLETET et E. COLARDEAU, C. R. 106, p. 1189, 1888.
4) W. RAMSAY and J. SHIELDS, Journ. Chem. Soc. p. 833, 1893.
5) L. CAILLETET, Arch. de Genève 66, p. 16, 1878.
6) E. ANDRÉEFF Liebigs Ann. 110, p. 1, 1859.
7) L. CAILLETET et E. MATHIAS, Journ. de Phys. 2. Série (5), p. 549, 1886.

Hierbei ist indessen zu bemerken, dass die Beobachtungen von ANDRÉEFF sich nur auf das Temperaturintervall von -7^0 bis $+20^0$ C. und diejenigen von CAILLETET und MATHIAS auf das Temperaturintervall von $-20{,}6^0$ bis $+24^0$ C. erstrecken. Deshalb habe ich auch die Dichte bei der Siedetemperatur mittelst der MOHRschen Wage besonders bestimmt und bei $t = -89{,}4^0$ C. den Wert $\sigma = 1{,}2257$ gefunden, welcher Wert übrigens sehr gut übereinstimmt mit dem aus der CAILLETET-MATHIASschen Gleichung für $t = -89{,}4^0$ C. extrapolierten Wert für die Dichte des flüssigen Stickstoffoxyduls (1,2277). Für die zweite, dem Barometerstande $\beta_0 = 753{,}3$ mm entsprechende Beobachtungstemperatur $-89{,}1^0$ C. ergibt sich dann unter Benutzung jener Formel $\sigma = 1{,}2250$.

Es mag besonders hervorgehoben werden, dass die Siedepunkts- und Dichtebestimmungen bei Anwendung langer zylindrischer DEWARschen Gefässe grosse Vorsicht und Sorgfalt erheischen wegen der Siedeverzugserscheinungen, die explosionsartig auftreten, wenn das Thermometer oder der Schwimmkörper der MOHRschen Wage die innere Wandung des DEWARschen Gefässes berührt.

Um nun zur Mitteilung der Ergebnisse der eigentlichen Kapillarwellenmessungen überzugehen, so sind drei unabhängige Beobachtungsreihen ausgeführt worden, deren jede wieder aus 10—15 gut unter einander übereinstimmenden Einzelbeobachtungen bestand.

Als Hauptmittel ergibt sich aus den drei Beobachtungsreihen für die beobachtete Siedetemperatur $-89{,}3$
die spezifische Kohäsion des flüssigen Stickstoffoxyduls: $a^2 = 42{,}959$ cm^2 und die Oberflächenspannung des flüssigen Stickstoffoxyduls: $\alpha = 26{,}323$ dyn./cm.

Nun folgt aus der Gleichung für die molekulare Oberflächenenergie

$$\alpha v^{2/3} = 2{,}27\,(\Theta - t),$$

in welcher v das Molekularvolumen, Θ die kritische Temperatur und t die Beobachtungstemperatur der Flüssigkeit bedeuten, das Molekulargewicht derselben

$$M = \sigma \sqrt{\left(\frac{2{,}27\,(\Theta - t)}{\alpha}\right)^3}\ .$$

Für die kritische Temperatur des verflüssigten Stickstoffoxyduls ergibt sich aus den Beobachtungen von Herrn JANSSEN[1]) der auch von den Herren L. CAILLETET und E. MATHIAS[2]) bei ihren Untersuchungen über die Dichte kondensierter Gase angenommene Wert $\Theta = 36{,}4^0$ C., während Hr. DEWAR[3]) $\Theta = 35{,}4^0$ C. findet. Setzt man in die Gleichung für das Molekulargewicht M der Reihe nach die von mir gefundenen Werte von σ, t und α ein, so erhält man, je nachdem man $\Theta = 35{,}4$ oder $\Theta = 36{,}4$ setzt, folgende Werte des Molekulargewichts des verflüssigten Stickstoffoxyduls:

Für die kritische Temperatur

	$\Theta = 35{,}4^0$ C.	$\Theta = 36{,}4^0$ C.
$M_{N_2O} =$	43,26	43,79
	42,84	43,35
	43,68	44,21
im Mittel:	43,26	43,78

1) W. J. JANSSEN, Inauguraldissertation. Leiden 1877. Rep. Brit. Assoc. p. 211. 1876. Vergl. auch F. ROTH, WIED. Ann. 11, S. 1, 1881.
2) L. CAILLETET und E. MATHIAS a. a. O.
3) J. DEWAR, Phil. Mag. (5) 18, S. 210, 1884.

Vereinigt man die beiden Werte zu einem Hauptmittel 43,52, so erhält man damit für das Molekulargewicht des verflüssigten Stickstoffoxyduls einen Wert, der ausserordentlich gut mit dem des gasförmigen, nämlich 44,08, übereinstimmt. Die Abweichung fällt innerhalb der Genauigkeitsgrenzen unserer Kenntnis der kritischen und Siedetemperatur. Wir können daher aus den mitgeteilten Versuchen den Schluss ziehen, dass Stickstoffoxydul, ebenso wie schweflige Säure und Ammoniak[1]), im gasförmigen und im flüssigen Zustande dasselbe Molekulargewicht besitzen.[2])

10. Herr A. Wehnelt-Erlangen: **Über den Austritt negativer Ionen aus glühenden Metalloxyden und damit zusammenhängende Erscheinungen.**[3])

In einer Abhandlung gleicher Überschrift in Band 14, S. 425—468, der Annalen der Physik (1904) habe ich eine Reihe von Versuchen und Messungen mitgeteilt, welche ergaben, dass einige Metalloxyde, und zwar besonders die Oxyde der Erdalkalimetalle, im glühenden Zustande sowohl bei Atmosphärendruck, als auch im Vakuum zahlreiche negative Ionen (Elektronen) aussenden.

In engem Zusammenhange mit dieser Eigenschaft steht die des weiteren von mir gefundene Tatsache, dass der Kathodenfall der Glimmentladung an glühenden Oxydkathoden selbst bei den tiefsten Drucken völlig verschwindet, vorausgesetzt, dass die Stromdichte (Stromstärke pro Quadratzentimeter glühender Oxydfläche) unterhalb eines von der Temperatur abhängigen und mit dieser wachsenden Wertes bleibt. Diejenige Stromdichte, bei der sich ein Kathodenfall zu zeigen beginnt, habe ich Grenzstromdichte genannt. Sie erreicht bei hoher Weissglut der Oxyde Werte bis zu 3 Amp.

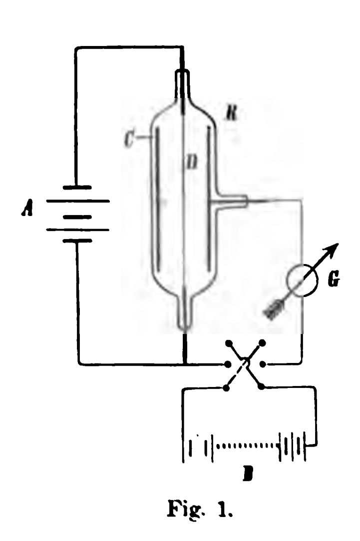


Fig. 1.

Ich möchte Ihnen heute zuerst einige Versuche vorführen, welche das oben Gesagte erläutern, und Ihnen dann eine praktische Anwendung glühender Oxydkathoden zeigen.

Anwendung negativer Ionen durch glühende Metalloxyde. Ein mässig weit evakuiertes Glasrohr *R* (Fig. 1) enthält einen Messingzylinder *C*, in dessen Achse sich ein mit CaO überzogener dünner Platindraht *D* befindet. Der Draht kann durch den Strom zweier Akkumulatoren *A* auf hohe Temperaturen erhitzt werden. Verbinde ich den Draht *D* mit dem einen Pol, den Cylinder *C* über ein Galvanometer *G* mit dem anderen Pole einer Stromquelle *B*, so fliesst nur dann ein Strom durch das Rohr, wenn *D* mit dem negativen Pol von *B* verbunden ist. Der Versuch zeigt also, dass nur negative Ionen vom glühenden Oxyde ausgesandt werden.

Nehme ich ein sonst völlig gleiches Rohr, welches aber einen sorgfältig gereinigten Platindraht enthält, und erhitze diesen auf die gleiche Temperatur

1 L. Grunmach, Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1900, S. 837.

2 Auf Veranlassung von Hrn. van der Waals hat bereits im Jahre 1895 Hr. J. Verschaffelt Messungen der kapillaren Steighöhen von flüssigem Stickstoffoxydul innerhalb des Temperaturintervalls von — 4.4 bis — 20,0° C. angestellt, aus denen hervorgeht, dass für dieses Intervall die Eötvössche Konstante den Wert 2,18 hat. Commun. from the Phys. Labor. Leiden. No. 18, p. 12, 1895.

3 Ausführliche Literaturangaben befinden sich Ann. d. Phys. 14. 425—468, 1904.

wie vorher den mit CaO überzogenen Draht, so ist der Strom bei gleich grosser negativer Ladung des Drahtes nur ausserordentlich schwach, und zwar nur etwa ein Tausendstel desjenigen bei dem vorigen Versuche.

Glühende Metalloxyde als Kathoden in Entladungsröhren. Das Rohr *R* (Fig. 2) enthält als Kathode *K* ein mit CaO überzogenes Platinblech *P*, welches elektrisch geglüht werden kann, als Anode einen Eisendraht *A*. Die mehrere Quadratzentimeter betragende Oberfläche der glühenden Metalloxydkathode gestattet, beträchtliche Stromstärken selbst bei tiefen Drucken durch das Rohr zu senden, ohne dass ein Kathodenfall vorhanden ist. Da der Anodenfall konstant etwa 20 Volt beträgt und das Gefälle auf der positiven Säule bei starken Strömen und niederen Drucken, wie besondere Messungen ergeben haben, nur 1—2 Volt pro Zentimeter beträgt, so kann ich unter Anwendung der Lichtleitung von 220 Volt Spannung durch das Rohr (Fig. 2) Ströme von mehreren Ampère Stärke senden. Die glühenden Oxydkathoden geben uns somit ein Mittel an die Hand, die Vorgänge auf der positiven Säule in beliebigen Gasen bei beliebig tiefen Drucken bis zu sehr hohen Stromstärken zu untersuchen. Die ausserordentliche Helligkeit der positiven Schichten bei hohen Stromstärken verspricht der spektralanalytischen Untersuchung von Gasspektren dienlich zu werden. Quarzfenster am Rohr würden auch den ultravioletten Teil des Lichtes der Schichten der Untersuchung zugänglich machen.

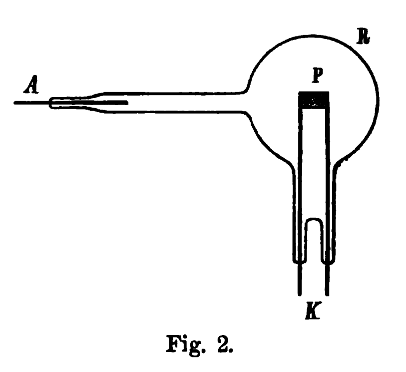


Fig. 2.

Weiche Kathodenstrahlen. Überschreitet man die Grenzstromdichte, sei es durch Vergrösserung der Stromstärke oder durch Verringerung der Temperatur der glühenden Oxydkathode, so kann man dem Kathodenfall jeden beliebigen Wert erteilen, also Kathodenstrahlen von jeder beliebigen Geschwindigkeit erzeugen.

Das Rohr (Fig. 3) enthält als Kathode *K* ein kleines Platinblech *P*, auf dem sich ein kleiner Fleck von Calciumoxyd befindet. Als Anode dient ein Messingstab *A*. Glüht man das Blech *P* elektrisch und verbindet die Elektroden *A* und *K* unter Zwischenschaltung eines passenden Widerstandes mit der Lichtleitung von 220 Volt Spannung, so geht der gesamte Strom nur durch den Calciumoxydfleck auf dem Kathodenblech *P*, da hier der Kathodenfall weit niedriger ist als am blanken Platinblech, wobei ein dünnes, intensiv blankes Kathodenstrahlenbündel von dem Fleck ausgeht. Durch Änderung der Temperatur des Platinbleches kann man den Kathodenstrahlen jede beliebige Geschwindigkeit erteilen, die dann nach bekannten Methoden gemessen werden kann.

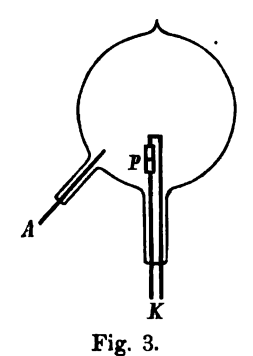


Fig. 3.

Verwendung von Entladungsröhren mit glühenden Metalloxydkathoden in der Praxis. Rückt man in einem evakuierten Entladungsrohr *R* (Fig. 4) eine oder mehrere metallische Elektroden *A* nahe an die glühende Metalloxydelektrode *K*[1]) (Platinblech *P*, mit CaO überzogen), so beträgt das

1) Die Kathode *K* ist um 90° gegen die Bildebene gedreht zu denken.

Entladungspotential, wenn *A* Anode und *K* Kathode ist, nur etwa 20 Volt. Kehrt man die Stromrichtung um, so dass jetzt *A* Kathode und *K* Anode ist, so beträgt das Entladungspotential jetzt einige Tausend Volt, da bei tiefen Drucken der Kathodenfall an Metallen ausserordentlich hohe Werte annimmt. Verbindet man daher die Elektroden *A* und *K* mit einer Wechselstromquelle, deren Spannung unterhalb des Wertes liegt, den der Kathodenfall an der Metallelektrode *A* besitzt, so wirkt das Rohr als elektrisches Ventil, indem es von dem Wechselstrom nur eine Phase hindurchlässt. Das Rohr (Fig. 4) kann also dazu dienen, Wechselstrom in pulsierenden Gleichstrom zu verwandeln.

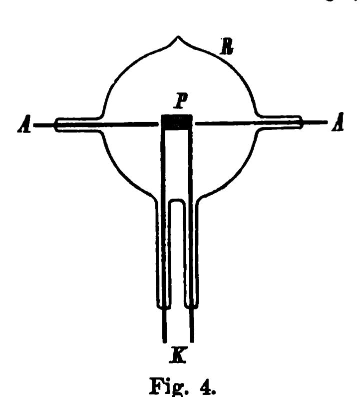


Fig. 4.

Die maximal durch das Rohr (Ventilrohr) zu sendende Stromstärke hängt, wie aus dem oben Gesagten folgt, von der Grösse der glühenden Oxydoberfläche ab. Der Nutzeffekt der Ventilröhre hängt von der angewandten Betriebsspannung ab und wächst mit dieser, da das Rohr bis zur stärkst zulässigen Stromstärke ganz unabhängig von dieser immer nur 20 Volt Spannung absorbiert. Bei Anwendung einer Betriebsspannung von 120 Volt Wechselstrom betrug unter Berücksichtigung des Wattverbrauches zur Erhitzung der Metalloxydkathode der Nutzeffekt des Ventilrohres etwa 65 Proz.

Durch die Anwendung der bekannten GRAETZschen Schaltungen kann man beide Phasen des Wechselstromes ausnutzen. Durch Anwendung von drei Metallanoden kann man, wie beim HEWITTumformer, auch Drehstrom in pulsierenden Gleichstrom verwandeln.

Diskussion. Herr STARK-Göttingen: Ich möchte an den Herrn Vortragenden die Frage richten, ob der von ihm vorgeschlagene Vakuumtransformator für die Praxis auch bei längerem Gebrauch gut arbeitet, ob nicht durch die elektrische Strömung die Oxyde unter Verschlechterung des Vakuums reduziert werden.

Herr A. WEHNELT-Erlangen: Auf die Frage des Herrn STARK erwidere ich, dass die Reduktion der Oxyde nur durch Zersetzung vorhandener Fettdämpfe veranlasst wird. Vermeidet man die Fettdämpfe durch Anwendung von Quecksilberpumpen ohne Fettdichtung und durch möglichste Sauberkeit, so findet auch bei lange dauerndem Stromdurchgang durch die Ventilröhre keinerlei Reduktion der Oxyde statt.

Herr A. VOLLER-Hamburg macht darauf aufmerksam, dass eine Unterdrückung der einen Phase eines durch Wechselstrom erzeugten Induktoriumstromes auch durch die Ventilwirkung einer Funkenstrecke zwischen Spitze und Platte sicher erreicht werden kann.

11. Herr A. VOLLER-Hamburg: **Versuche über zeitliche Abnahme der Radioaktivität und über die Lebensdauer des Radiums im Zustande sehr feiner Verteilung.**

Der Vortragende berichtete über Versuche zur Ermittelung der zeitlichen Abnahme der Radioaktivität des Radiums und der Lebensdauer dieses Elementes, wenn es in sehr geringen Mengen (10^{-9} bis 10^{-3} mg) und in verschiedener Schichtdicke verwendet wird. Die Ergebnisse der Arbeit bestehen in der Feststellung, dass die Lebensdauer des Radiums in hohem Grade von der Menge und Art der räumlichen Verteilung abhängig ist, derart, dass die

schwächsten benutzten Präparate nur eine Lebensdauer von 15 Tagen haben, stärkere Präparate dagegen längere Zeit aktiv blieben. Jedoch nimmt die Lebensdauer weniger stark zu als die angewendete Menge des Radiums. Zur Messung wurde die elektrometrische Methode, zur Kontrolle die photographische Methode und die Beobachtung der Scintillation benutzt; die spektralanalytische Methode erwies sich als nicht genügend empfindlich. Die erhaltenen Resultate lassen vermuten, dass bei Anwendung von Konzentrationen, welche den gewöhnlich benutzten Mengen einer Anzahl von mg entsprechen, Lebensdauern von Jahrhunderten erreicht werden.

Diskussion. Herr SCHAEFER-Breslau weist darauf hin, dass sich durch die Versuche VOLLERS einige Widersprüche klären lassen, die sich in der Literatur über Radiotellur (Polonium) finden. Dass MARCKWALDS Radiotellurpräparate konstant sind, d. h. eine sehr lange Lebensdauer besitzen, würde sich daraus erklären, dass das Radiotellur eine grosse Konzentration besitzt; auf den in den Handel gebrachten Radiotellurstiften ist das jedenfalls nicht der Fall, und dem entsprechend findet man grosse Abnahme der Wirkung im Laufe von 1 Jahr; jedenfalls ist die Konstanz kein Grund für eine Unterscheidung zwischen Radiotellur und Polonium.

Ausserdem sprachen die Herren STARK-Göttingen und NERNST-Göttingen.

12. Herr O. LUMMER-Berlin: **Über die Auflösung feinster Spektrallinien.**

13. Herr W. SCHMIDT-Giessen: **Vorführung eines Apparates zur Demonstration stehender und interferierender Wellen.**

Mit dem hier stehenden Apparat wird in erster Linie der Zweck verfolgt, den Vorgang der Reflexion eines Wellenzuges zu veranschaulichen. Denn die Reflexion eines selbst mit mässiger Geschwindigkeit fortschreitenden Wellenzuges, z. B. einer Seilwelle am festen Ende, geht doch noch so schnell vor sich, dass man die einzelnen Stadien der Bewegung ohne besondere Hilfsmittel nicht verfolgen kann.

Die aus der Übereinanderlagerung zweier in gleicher Richtung fortschreitender Wellen entstehende Wellenform kann man sich verhältnismässig einfach durch Zeichnung oder die Apparate von PFAUNDLER, GRIMSEHL u. a. klar machen. Um das Zustandekommen stehender Wellen aus der Übereinanderlagerung zweier in entgegengesetzter Richtung fortschreitender Wellen zu zeigen, gebraucht man gewöhnlich die von MELDE[1]) angegebene Wellentafel. Auf einer Grundplatte können parallel zu einander zwischen Leisten 2 Pappstreifen verschoben werden, der eine nach links, der andere nach rechts. Auf den Streifen sind z. B. Sinuslinien gezeichnet. Man erhält die für eine bestimmte Zeit geltende Wellenform, indem man die Ordinaten der über einander befindlichen Wellen addiert und auf die Wandtafel aufzeichnet. Dann verschiebt man die Streifen in entgegengesetzter Richtung um ein gleiches Stück und konstruiert ebenfalls wieder die resultierende Welle. So fährt man fort, bis man den ganzen Verlauf der Welle dargestellt hat.

Natürlich ist das ziemlich mühsam und gibt doch noch kein gutes Bild der Bewegung, da man eben nur immer eine Anzahl zeitlich getrennter Momente betrachten kann. Eine kontinuierliche Bewegung würde man erhalten erstens: durch eine mechanische Vorrichtung zum gleichmässigen Verschieben der Leisten, und zweitens: durch eine selbsttätige Addition der Wellenordinaten. — Die gleichmässige Verschiebung in entgegengesetzter Richtung ist

1) Vgl. z. B. MÜLLER-POUILLETS Lehrbuch d. Physik, 9. Aufl. pg. 665, Braunschweig 1886.

sehr leicht durch ein Zahnrad mit zwei Triebstangen zu erreichen. Den einen messingnen Trieb sehen Sie hier im Apparat darin stecken, den anderen habe ich augenblicklich herausgenommen; das Zahnrad, an dem sich eine Kurbel befindet, ist von aussen nicht sichtbar. — Auf die Vorrichtung zur selbsttätigen Addition der Ordinaten muss ich etwas ausführlicher eingehen. — Eine gespannte Stahlspirale trägt in ihrer Mitte die Kugel C und ist in den Punkten A und B befestigt, die in Richtung der Spiralachse AB nach oben und unten bewegt werden können. Wird A um ein bestimmtes Stück d verschoben, so geht C um $d/2$ im gleichen Sinne mit. Dasselbe tritt ein, wenn B bewegt wird. Werden A und B um gleichviel nach oben bewegt, so geht die Kugel um dasselbe Stück mit, dagegen bleibt sie stehen, wenn A und B um das gleiche Stück nach verschiedenen Seiten bewegt werden. Die Verschiebung von C ist immer das arithmetische Mittel der Verschiebungen von A und B. Bei unserem Apparat nun liegen 21 Stahlspiralen neben einander. Ihre Endpunkte werden gezwungen, sich der jeweiligen Form einer oberen,

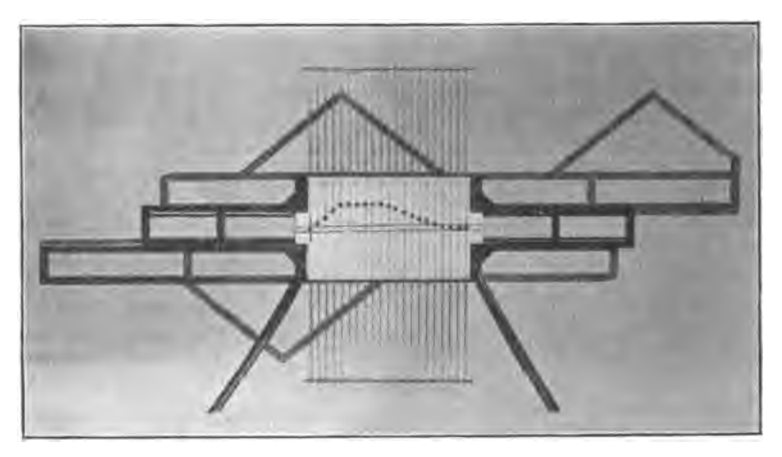


Fig. 1.

bezw. einer unteren Wellenlinie anzupassen. Die roten Kugeln hier geben uns ein Bild der resultierenden Wellenform. Dass wir übrigens nur die halbe, nicht die ganze Summe der Einzelverschiebungen bekommen, macht nichts aus, da bloss das Verhältnis der resultierenden Ordinaten zu einander von Bedeutung ist. Übrigens hätte es sich durch andere mechanische Vorrichtungen erreichen lassen, dass die mittlere Kugel um dasselbe Stück wie die Endpunkte vorwärts rückte. Ich habe jedoch diese Federkonstruktion angewandt, weil sich auf diese Weise am besten veranschaulichen lässt, wie 2 auf einen Punkt wirkende Kräfte — denn durch die elastischen Federn werden ja Spannkräfte auf die Kugeln ausgeübt — sich summieren.

Die geradlinige Führung von A und B geschieht durch ⏌-förmig gebogene Aluminiumbleche, die längs Stahldrähten verschiebbar sind. Jedes Aluminiumblech ist durch eine Querstange mit einem symmetrischen Blech verbunden, das ebenfalls längs eines Stahldrahtes verschiebbar ist und durch eine auf der Rückseite des Apparates befindliche Feder angezogen wird. Auf diese Weise ist erreicht, dass die Führungsbleche nicht einseitig an die Stahldrähte angepresst werden, sondern sich mit ganz geringer Reibung verschieben lassen.

Die Wellenformen sind aus Holzleisten hergestellt und lassen sich auf federnde Stifte der messingnen Triebstangen stecken. Diese sind zwischen Führungen beweglich und lassen sich mit Hilfe von Zahnrad und Kurbel leicht hin- und herschieben.

Zunächst will ich den Vorgang der Reflexion einer Seilwelle am festen Ende zeigen. Das Seil wird durch diese Kugeln bezeichnet; der feste Endpunkt soll mit der äussersten Kugel links zusammen fallen. Nach rechts hin denken wir uns das Seil vorläufig beliebig weit verlängert. Von rechts kommt eine Welle, die sich durch diese einfach gebrochene Linie graphisch darstellen lassen soll, an das feste Ende heran. Solange sie dieses nicht berührt, ist die entstehende Störung ja ohne weiteres verständlich. Kommt nun die Welle an das Ende heran, so wird dieses nur dann in Ruhe bleiben können, wenn dem ersten Wellenzug mit derselben Geschwindigkeit ein zweiter entgegenläuft, der so beschaffen ist, dass die Amplituden der ankommenden und reflektierten Welle im Endpunkte jeweilig die Summe 0 bilden. Den zweiten Wellenzug erhalten wir bekanntlich aus dem ersten durch zweimalige Spiegelung, erst an der durch den Endpunkt gehenden Vertikalen, dann an der Horizontalen. Oder mathematisch: Lässt sich der ursprüngliche Wellenzug durch die Funktion

$$F(ct - x)$$

darstellen, wo c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen, t die Zeit und x die Abszisse bedeutet, so wird der reflektierte Wellenzug die Form haben:

$$-F(ct + x).$$

Den reflektierten Wellenzug sehen Sie nun hier durch diese auf dem unteren Trieb befestigte Holzform dargestellt. Ich drehe an der Kurbel: Sie sehen, wie sich die beiden Wellenzüge überlagern, und wie dabei der Endpunkt in Ruhe bleibt, trotzdem sich die Befestigungspunkte der letzten Feder auf und ab bewegen.

Ich will jetzt so lange an dem Triebrade drehen, bis der Anfangspunkt der unteren Welle an die letzte Kugel rechts herankommt. Soll auch diese immer in Ruhe bleiben, so muss dem unteren Wellenzug wieder von rechts her ein zweiter entgegenlaufen, der sein zweimaliges Spiegelbild ist. Dieses Spiegelbild ist nun unserem ursprünglichen Wellenzuge kongruent und gegen denselben um das doppelte der Entfernung der beiden Endpunkte verschoben. Bei unserem Apparate beträgt die Entfernung l der beiden äussersten Kugeln 30 cm; das Wellenbild muss sich also nach 60 cm wiederholen. Mathematisch: Die Funktion $F(ct - x)$ und, weil ja die einmal angefangene Bewegung immer weiter geht, auch die Funktion $F(ct + x)$ muss um $2l = c \cdot T$ periodisch sein. T bedeutet die Dauer der Periode.

Da sich nun eine periodische Funktion stets in eine Summe einfacher harmonischer Funktionen, d. h. eine Fourier'sche Reihe, entwickeln lässt, so wird durch diese Konstruktion ohne weiteres klar, dass der Grundton einer Saite von der Länge l die Periode $T = \frac{2l}{c}$ hat, und dass die Wellenlänge λ der Grundschwingung gleich der doppelten Seitenlänge ist.

Ich will jetzt das Bild der gezupften Saite zeigen. Die Saite soll in einem Punkte, der um ein Drittel der Saitenlänge vom linken Endpunkt absteht, in die Höhe gezogen und dann losgelassen sein. Anfangs haben wir eine einfach gebrochene Linie. Nach Beginn der Bewegung teilt sich der eine Eckpunkt in 2, der eine läuft nach links, der andere nach rechts, und die Saite nimmt nach und nach all die Formen an, wie sie aus den Lehrbüchern der theoretischen Physik bekannt sind (vgl. z. B. Helmholtz, Vorl. III, S. 116).

Ich habe hier noch eine Wellenform — 2 kongruente Sinuslinien —, durch die man die Grundschwingung einer beiderseitig offenen Röhre oder eines inmitten festgeklemmten Stabes veranschaulichen kann. Hier sind die Endpunkte Bäuche, der Mittelpunkt ein Knoten der Schwingung.

Aber man kann auch durch eine einfache Vorrichtung die Interferenz zweier in gleicher Richtung fortschreitenden Wellen zeigen. Die obere Holzform wird ohne Trieb in die Führungsleisten geschoben und durch ein Verbindungsstück mit der unteren Holzform, an der sich der Trieb noch befindet, zusammengekoppelt. Die Koppelung kann durch horizontale Löcher in der oberen Wellenform so geschehen, dass wir bestimmte Phasendifferenzen der beiden Wellenzüge haben. Bei Phasendifferenz von einer halben Wellenlänge bleiben die Kugeln stets in Ruhe, bei Phasendifferenz von einer viertel Wellenlänge resultiert ein Wellenzug, dessen Nullpunkt gegen den Nullpunkt der erzeugenden Wellen verschoben und dessen Amplitude kleiner als die Amplitude

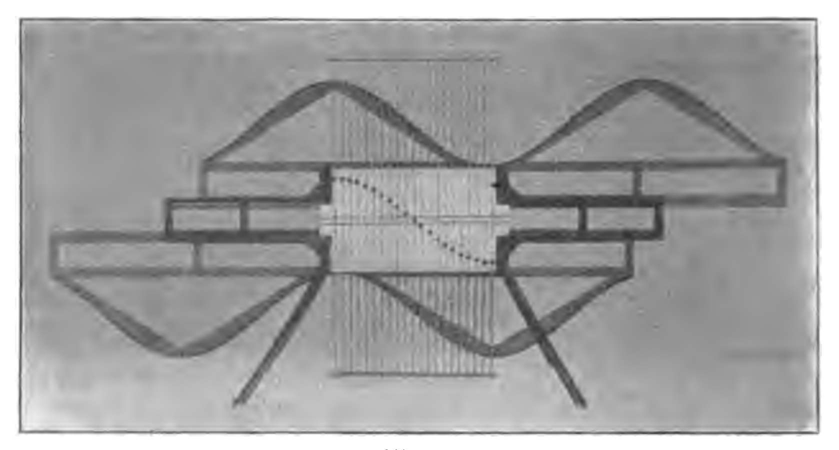


Fig. 2.

der erzeugenden Wellen ist. Bei Phasendifferenz 0 ist der Nullpunkt nicht verschoben und die Amplitude gerade so gross wie bei den erzeugenden Wellen.

Schliesslich lässt sich noch mit diesem Apparat die Übereinanderlagerung zweier Sinuslinien von verschiedener Periode zeigen. Oben schiebe ich eine Wellenform von der Halbwellenlänge $\lambda/2 = 30$ cm und der Amplitude $A = 16$ cm ein. Der Deutlichkeit wegen sind die halben Ordinaten rot markiert. Sie sehen, wie die Kugeln sich in dieselbe Kurve ordnen, wie sie durch die rote Farbe kenntlich gemacht ist. Jetzt schiebe ich unten eine Wellenform von halber Periode und 1,3 Amplitude ein. Je nach dem Phasenunterschied bekommt man verschiedene Bilder. — Nimmt man unten eine Wellenform von 1/3 Periode und 1/9 Amplitude der oben befindlichen, so resultiert eine Kurve, die sich einmal der Form der in der Mitte gezupten Saite, das andere Mal einem Halbkreise nähert.

Zum Schluss möchte ich bemerken, dass bereits im Jahre 1857 ein Thüringer Orgelbauer SCHULZE einen Apparat konstruiert hat, mit dem man ebenfalls durch die gegenseitige Verschiebung zweier Holzleisten stehende Wellen erzeugen konnte. Freilich ist aus der Abbildung in Pogg. Ann., C, Tafel VII. nicht zu ersehen, wie der Mechanismus beschaffen war. Eine Anfrage bei der Firma Ernecke-Berlin, in deren älteren Katalogen der SCHULZEsche Wellen-

apparat geführt wurde, brachte mir ebenfalls nicht die gewünschte Auskunft; denn der Apparat ist von Ernecke niemals ausgeführt worden.

Dieser Apparat hier wird in ähnlicher Ausführung durch den Mechaniker W. Schmidt in Giessen, der übrigens, wie ich beiläufig bemerken möchte, nicht mit mir identisch ist, zum Preise von 120 Mark angefertigt.

14. Herr M. Reinganum-Münster i. W.: **Berechnung des Molekularvolumens von Halogensalzen aus den Atomvolumina der Bestandteile.**

15. Herr Herm. Th. Simon - Göttingen: **Über einen Phasenmesser und seine Verwendung zur Fernübertragung der Kompaßstellung.**

Die Methode stützt sich auf die in der Optik geläufige Tatsache, dass zwei zirkular polarisierte Vektorfelder (Drehfelder), die man mit entgegengesetzter Drehrichtung bei gleicher Amplitude über einander lagert, sich zu einem linear polarisierten Vektorfelde zusammensetzen, dessen Azimut nur von der Phasendifferenz der Drehfelder bestimmt wird.

Lagert man also zwei magnetische Drehfelder in dieser Weise über einander, so erhält man ein magnetisches Wechselfeld von einem Schwingungsazimut, welches die halbe Differenz der Phasen beider Drehfelder misst. Während die Phasendifferenz sich um 2π ändert, durchwandert das Azimut des resultierenden Wechselfeldes einen Winkel π.

Dieses Verhalten lässt sich elegant mit Hilfe der Braunschen Röhre und z. B. zweier Dreiphasenströme demonstrieren. Zwei gekoppelte kleine Dreiphasengeneratoren liefern, mit je drei um 120° verschobenen Spulen eines Eisenringes verbunden, die beiden Drehfelder. Jedes einzelne Drehfeld bewegt das Kathodenstrahlbündel im Kreise herum und erzeugt statt des Fleckes einen Fluoreszenzkreis. Übereinander gelagert, geben die beiden Felder eine Fluoreszenzlinie, deren Azimut sich ändert, sobald die Phase der beiden Drehströme geändert wird. Das kann z. B. durch Verdrehung der Koppelung der beiden Maschinenanker geschehen. Ist, wie bei der vorgeführten Demonstration, die Koppelungswelle biegsam, so lassen sich Torsionsschwingungen dieser Welle durch die Schwingungen der Phasenlinie beobachten. Auch durch Drehung des Feldmagneten der einen Maschine verändert man die Phase.

Was so für dreiphasige Drehfelder gilt, gilt für beliebige andere. Die Herkunft ist ganz gleichgültig. Zum Beispiel kann man das eine Drehfeld durch den Strom, das andere durch die Spannung eines gewöhnlichen Wechselstromes erzeugen. Das geschieht nach den bei den Ferrariswechselstrom-Messinstrumenten vielfach verwendeten Prinzipien, indem man den betreffenden Strom in zwei um $\pi/2$ gegen einander verschobene Komponenten zerlegt.

Der Vorteil der beschriebenen Methode ist vor allem der, dass sie von der Frequenz völlig unabhängig ist und jede Phasendifferenz zwischen 0 und 2π misst. Beides ist bei den in der elektrotechnischen Praxis gebräuchlichen Phasenmessern nicht der Fall.

Im übrigen lässt sie sich ebenso auch für elektrostatische Felder nutzbar machen und etwa zur Phasenmessung elektrischer Schwingungen verwenden. Strom und Spannung einer solchen haben eine Phasendifferenz von $\pi/2$. Unter gleichzeitiger Benutzung der elektrostatischen und magnetischen Ablenkung erhält man also wieder eine Kreisbewegung des Fluoreszensfleckes.

Einer Anwendung des Prinzips zur Konstruktion von direkt zeigenden Phasenmessern für die Praxis steht nichts im Wege. Die Kathodenstrahlröhre ist hier natürlich nicht geeignet. Es lassen sich indes manche andere Wege angeben, die zum Ziele führen. Schwierigkeiten ergaben sich nur, wenn man zu ganz hohen Empfindlichkeiten kommen will, von der Grössenordnung eines

Galvanometers, wie sie zu einer weiter unten zu besprechenden Anwendung erforderlich sind. Indessen habe ich mich überzeugt, dass dieselben wohl nicht unüberwindlich sind.

Eine Konstruktion möchte ich anführen, weil sie zugleich die Übertragung des Prinzips auf das Gebiet der Mechanik enthält. Denkt man sich jedes der Drehfelder zum Betriebe eines Synchronmotors verwendet, die sich entgegengesetzt drehen, und verbindet mit der Achse jedes der Motoren eine Scheibe mit je einem Sektorenschlitz, so wird ein parallel der Rotationsachse auftreffendes Lichtbündel auf einem Schirme das Phasenazimut als Lichtlinie markieren. Denn immer auf der Phasenlinie gehen die beiden Schlitze übereinander hinweg und lassen den Lichtstrahl hindurchtreten. Lässt man die beiden Scheiben dicht vor einander und zusammen vor einem festen Phasenzifferblatt rotieren, so ist von demselben stets nur der betreffende Teilstrich sichtbar, der die Phase angibt.

Auch diese mechanischen Durchführungen haben technisches Interesse. Sie lassen sich zu Messinstrumenten der Ungleichförmigkeit von Motoren ausbilden. Würde man z. B. mit der Achse des zu beobachtenden Motors mittelst einer elastischen Koppelung ein Schwungrad von grossem Trägheitsmoment und kleiner Reibung antreiben, dann die eine Sektorenscheibe des oben beschriebenen Apparates von diesem Schwungrade, die andere von der Maschinenwelle antreiben lassen, so würde unser Phasenmesser die Ungleichförmigkeit des Motors anzeigen. In ähnlicher Weise liessen sich die Torsionsschwingungen, die etwa Schiffswellen machen, an einem beliebig fernen Orte, z. B. auf der Kommandobrücke, dauernd sichtbar und kontrollierbar machen.

Ich möchte nun noch diejenige Anwendung des Prinzips erläutern, die mir am wichtigsten zu sein scheint, nämlich die Anwendung zur Fernübertragung der Kompaßstellung, d. h. der Richtung des horizontalen Erdfeldes. Diese Anwendung ist mit wenigen Worten erläutert. Die beiden gekoppelten Drehstromgeneratoren müssen mit ihren Achsen senkrecht stehen. Als erregendes Feld für den einen wird das horizontale Erdfeld benutzt, d. h. der eine Generator ist ein mehrphasiger Erdinduktor. Das Feld des einen Generators ist also mit dem Schiffe fest verbunden, das des anderen steht im Raume unveränderlich fest. Sind die beiden Anker festgekoppelt, so bestimmt die relative Lage des Schiffes zum magnetischen Meridian die Phasendifferenz der beiden Drehfelder, unser Phasenmesser zeigt also die Richtung des Erdfeldes an, und zwar an einem beliebig fernen Orte.

Es ist bekannt, dass dieses Problem im Zeitalter der eisernen Schiffe eine grosse Bedeutung hat. Wie ich während meiner Versuche erfuhr, hat Regierungsrat L. Weber in Berlin vor einer Reihe von Jahren zuerst den Vorschlag gemacht, die Phase eines im horizontalen Erdfelde durch Rotation eines Erdinduktors erzeugten Wechselstromes zur Fernübertragung der Kompaßstellung zu benutzen, doch sind mir Einzelheiten seines Vorschlages nicht bekannt. Auch hat man nicht vernommen, dass er zu einer praktischen Durchführung des Problems geführt hätte. Nach meinen vorläufigen Versuchen habe ich Grund, anzunehmen, dass durch das hier vorgetragene Prinzip der Phasenmessung eine einfache und zuverlässige Fernübertragung der Kompaßstellung zu ermöglichen ist.

4. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr O. LUMMER-Berlin-Charlottenburg.

Zahl der Teilnehmer: 52.

16. Herr L. GRAETZ-München: **Über die strahlungsartigen Erscheinungen des Wasserstoffsuperoxyds.**

Der Vortr. demonstrierte eine Reihe von Photographien, welche die Eigenschaften der von Wasserstoffsuperoxyd ausgehenden Strahlung zeigen sollten: zunächst eine Photographie, welche den Durchgang dieser Strahlung durch feste Körper, insbesondere Ebonit, bewies, dann eine Reihe von Platten, welche die von dem Vortr. als Rückabbildung bezeichnete Erscheinung aufwiesen. Diese Erscheinung zeigt sich darin, dass Körper, die gar nicht zwischen der Strahlungsquelle und der Platte sich befinden, sondern auf der Rückseite der Platte, sich abbilden. So wurde die helle Abbildung von Metallen, die dunkle von Flüssigkeiten, ferner die sehr helle Abbildung von Metallen, die einen chemischen Prozess mit darunter angebrachter Flüssigkeit eingehen, gezeigt. Wesentlich beeinflusst werden diese Erscheinungen durch die Temperatur, und es lässt sich zunächst sagen, dass Körper, die wärmer als die Platte sind, sich hell, solche, die kälter sind, sich schwarz abbilden. Indes kommt hier noch eine wesentliche Erscheinung hinzu. Die Bilder zeigen alle eine Randwirkung, so dass weisse Bilder in der Mitte dunkel, schwarze Bilder in der Mitte weiss sind. Die Gesetzmässigkeit dieser Erscheinung ist die, dass es stets auf das Temperaturgefälle ankommt. Stellen, von denen aus Wärme fliesst, erscheinen dunkel, solche, zu denen sie hinströmt, erscheinen hell. Eine solche Abhängigkeit der Wirkung vom Temperaturgefälle würde erklärlich sein, wenn es sich um Elektronenbewegung handelte. Indes liessen sich elektrische Wirkungen bisher nicht konstatieren. Die Strahlungserscheinungen des Wasserstoffsuperoxyds sind also bisher noch isoliert, da ihnen manche Eigenschaften anderer Strahlenarten fehlen, während die Abhängigkeit von der Temperatur bei ihnen allein vorkommt.

Diskussion. Herr E. STECHER-Chemnitz: Es wird auf die Untersuchungen von STÖCKERT-Chemnitz, die in der naturwissenschaftlichen Rundschau zurzeit veröffentlicht worden sind, aufmerksam gemacht. Dieselben weisen nach, dass das käufliche Wasserstoffsuperoxyd stets harzartige Rückstände beim Abdampfen zur Trockne hinterlässt und dieser trockne Rückstand sich ebenso photographisch aktiv erweist. Harzhaltiges Kienholz kann durch Wasserstoffsuperoxyd ebenso aktiviert werden.

Herr ASCHKINASS-Charlottenburg: Ich möchte zu den Bemerkungen des Herrn Vortr. über die angeblichen Wirkungen des Ozons, wie sie RICHARZ und SCHENCK beobachtet haben wollen, hinzufügen, dass ich — zusammen mit Hrn. LADENBURG — mich vergeblich bemüht habe, solche Ozoneffekte bei einwandfreier Anordnung der Versuche zu erhalten. Insbesondere liess sich weder Phosphoreszenzerregung, noch Elektrizitätsentladung bemerken, sofern mit trocknem Ozon gearbeitet wurde.

Herr STARK-Göttingen: Ich möchte an den Herrn Vortr. die Frage richten, ob sich die geradlinige Ausbreitung der Strahlen von Wasserstoffsuperoxyd nicht im Vakuum untersuchen lässt. Man könnte eine Vakuumröhre mit einem Fenster aus Ebonit versehen und in der Röhre die photographische Platte unterbringen. Durch Ebonit geht ja die Strahlung hindurch und würde dann im Vakuum auf dem Wege bis zur Platte nicht dem vielleicht diffundierenden Einfluss

der Luft ausgesetzt sein, Ich möchte fragen, ob der Herr Vortr. diesen Versuch angestellt hat, oder ob er ihn für möglich hält.

17. Herr W. NERNST-Göttingen: **Beitrag zur Strahlung glühender Gase.**

Der Vortr. berichtet über eine Berechnung der von A. LANGEN mitgeteilten Versuche über den Druckverlauf bei Gasexplosionen. Die Abkühlung einer erhitzten Gasmasse lässt sich hiernach durch die Formel

$$-\frac{dT}{dt} = \alpha T + \beta T^4$$

ausdrücken, und zwar mit sehr guter Annäherung an die LANGENschen Beobachtungen. Der Koeffizient α trägt der Wärmeleitung, der Koeffizient β der Wärmestrahlung Rechnung. Es ist auffallend, dass hier der Exponent 4, wie bei der Strahlung schwarzer Körper, auftritt.

(Ein ausführlicher Bericht wird in den Annalen der Physik folgen.)

Diskussion. Herr STARK-Göttingen: Wenn ich Herrn Prof. LUMMER richtig verstanden habe, so sieht er die Schwierigkeit in der Deutung der Experimente von Herrn Prof. NERNST in folgendem. Wenn das Explosions-Gasgemisch eine selektive Emission besitzt, wie es zunächst zu erwarten ist, dann muss seine Gesamtstrahlung kleiner sein als die Gesamtstrahlung des schwarzen Körpers, da eben bei dem Gas in der Gesamtstrahlung die Energie der nicht emittierten Wellen fehlt. Nun findet aber Herr Prof. NERNST, dass die Gesamtstrahlung seines Gases nahezu gleich derjenigen des schwarzen Körpers ist. Ich sehe nicht ein, warum man dieses Resultat für bedenklich halten kann. Es ist doch die Voraussetzung nicht ganz sicher, dass die Emission des Gases unter den Versuchsbedingungen des Herrn Prof. NERNST notwendig selektiv sei. Ich möchte Herrn Prof. LUMMER gegenüber doch Bedenken gegen die Heranziehung seiner Beobachtungen an Bunsenflammen äussern. Vergrösserurg der Schichtdicke scheint mir in ihrer Wirkung auf die Energieverteilung im Spektrum doch nicht identisch zu sein mit einer Erhöhung des Gasdruckes. Und Herr Prof. NERNST hat in seinen Versuchen doch beträchtliche Gasdrucke gehabt. Es hat sich nun in einer Reihe von Fällen gezeigt, dass durch Erhöhung des Gasdruckes bei höheren Temperaturen Gase zur Emission eines kontinuierlichen Spektrums gebracht werden können. Und so meine ich, wir dürfen die experimentellen Resultate von Herrn Prof. NERNST aus theoretischen Überlegungen nicht abweisen. Gase können unter angemessenen Versuchsbedingungen ein kontinuierliches Spektrum emittieren, und dann mag ihre Gesamtemission wohl gleich derjenigen des schwarzen Körpers sein.

18. Herr J. ROSENTHAL-München: **Verbesserungen an Quecksilberluftpumpen SPRENGELscher Art.**

19. Herr W. STERN-Breslau: **Demonstration eines Tonvariators.**

20. Herr HERMANN KRONE-Dresden: **Über radioaktive Energie vom Standpunkte einer universellen Naturanschauung.**

21. Herr CL. Frhr. v. BECHTOLSHEIM-München: **Eine chemische Wirkung des Elektrons.**

22. Herr JOHANNES ZACHARIAS-Charlottenburg: **Astatische Magnete aus einem Stück.**

III.

Abteilung für angewandte Mathematik und Physik, Elektrotechnik, Ingenieurwissenschaften.

(No. III.)

Einführende: Herr OTTO HÖFFER-Breslau,
Herr JAKOB VONDERLINN-Breslau.

Schriftführer: Herr KARL PAHDE-Breslau,
Herr ERNST FOERSTER-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr K. SCHREBER-Greifswald: Explosionsmotoren mit Wassereinspritzung.
2. Herr G. DIETRICH-Breslau: Das Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München.
3. Herr K. SCHREBER-Greifswald: Kraft, Gewicht, Masse, Stoff, Substanz.
4. Herr G. FRÄNKEL: Über die allgemeine Einführung der Elektrizität in landwirtschaftlichen und gewerblichen, sowie Nebenbahn-Betrieben.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr O. HÖFFER-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 11.

Nach Begrüssung der Teilnehmer durch den ersten Einführenden, Herrn O. HÖFFER-Breslau, und Erledigung geschäftlicher Angelegenheiten wurden folgende Vorträge gehalten.

1. Herr K. SCHREBER-Greifswald: **Explosionsmotoren mit Wassereinspritzung.**

Aus den Gesetzen der Gase und Dämpfe sowohl, wie aus den allgemeinen Sätzen der Thermodynamik lässt sich leicht erkennen, dass das Einführen von Wasser in den Verbrennungsraum von Explosionsmaschinen schädlich ist. Der Widerspruch hiergegen, welchen der BANKImotor veranlassen könnte, ist nur scheinbar, denn auch hier ist das Wasser schädlich; BANKI erreicht aber durch

dasselbe einen Vorteil, welcher den Schaden mehr als ausgleicht. Der Vorteil besteht darin, dass man mit Hilfe des Wassers die Kompressionswärme unschädlich machen kann, welche sonst Vorzündungen veranlasst.

Banki ist zwar der erste gewesen, welcher diesen Vorteil erkannt hat, er hat aber die Theorie nicht weit genug verfolgt. Um den Schaden der Wassereinspritzung möglichst klein zu machen, darf man nicht mehr Wasser einführen, als zur Aufnahme der Kompressionswärme gerade nötig ist. Das gelingt, indem man mit dem Einspritzen erst beginnt, nachdem die Temperatur des Zylinderinhaltes um eine von der Konstanten der Verdampfungsgeschwindigkeit der eingespritzten Flüssigkeit und der Umdrehungszahl des Motors abhängige Differenz heisser geworden ist als der Siedepunkt der Flüssigkeit.

Der durch das Einspritzen bedingte Schaden zeigt sich in dem zur Beurteilung von Wärmekraftmaschinen notwendigen Temperatur-Entropiediagramm darin, dass während des Einspritzens die Entropie zunimmt. Diese Zunahme lässt sich nach der vom Vortragenden in Dinglers polytech. Journal, 1904, Heft 8 ff., gegebenen graphischen Methode leicht berechnen.

Beim Vergleich des erhaltenen Diagrammes mit dem von gewöhnlichen Explosionsmotoren fällt sofort in die Augen, dass die Kompression in drei Teile geteilt ist, von denen der erste und dritte isentropisch, der mittlere der der Einspritzperiode, unter Entropievermehrung verläuft.

Das nur mittelst unbeweisbarer Hypothesen zu verzeichnende Diagramm der Bankimaschine unterscheidet sich von dem soeben entworfenen dadurch, dass die Expansionslinie unter starker Zunahme der Entropie verläuft. Auf diese Weise wird seine Fläche grösser, als der zugeführten Energie entspricht; man kann aber trotzdem unter gewissen Bedingungen den Wirkungsgrad daraus ablesen. Zwischen dem erhaltenen Diagramm und den Versuchsresultaten besteht eine so grosse Übereinstimmung, dass man das Diagramm trotz der Hypothesen als das einer Bankimaschine ansehen darf.

Der Vergleich des Diagramms des Bankiprozesses mit dem des vom Vortragenden entworfenen Prozesses ergibt, wenn man gleichzeitig die Resultate der von Meyer und von Jonas an Bankimotoren angestellten Versuche berücksichtigt, dass der Wirkungsgrad von Motoren mit Wassereinspritzung um so grösser wird, je weniger Wasser man einspritzt, und dass der vom Vortragenden entworfene Prozess das Ideal des Prozesses eines solchen Motors ist, d. h. dass er den grössten Wirkungsgrad gibt.

(Der Vortrag wird in ausführlicherer Form in Dinglers Journal veröffentlicht werden.)

2. Herr G. Dietrich-Breslau: **Das Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München.**

Die Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure fand im vorigen Jahre in München statt. Ihre Tagung erhielt dadurch eine ganz besondere Weihe, dass sie unter dem Vorsitz Sr. Kgl. Hoheit des Prinzen Ludwig von Bayern mit der Gründung des neusten deutschen Museums, des Museums für Naturwissenschaft und Technik, eingeleitet wurde. Hierzu waren die Einladungen von seiten des vorbereitenden Komitees nach dem Festsaal der Kgl. Akademie der Wissenschaften ergangen.

Das Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik hat den Zweck, den Einfluss der wissenschaftlichen Forschung auf die Technik darzustellen und die historische Entwicklung der verschiedenen Industrien, insbesondere durch hervorragende und typische Meisterwerke zu veranschaulichen. Es ist eine deutsche Nationalanstalt, bestimmt, dem gesamten deutschen Volke zur Ehre und zum Vorbild zu dienen.

Dem Zwecke des Museums dienen:

1. Sammlungen von wissenschaftlichen Instrumenten und Apparaten sowie von Originalen und Modellen hervorragender Werke der Technik, welche, anschaulich geordnet und erläutert, im Museum zur öffentlichen Besichtigung aufgestellt sind;
2. ein Archiv, in welchem wichtige Urkunden wissenschaftlichen und technischen Inhalts aufbewahrt werden;
3. eine aus Handschriften, Zeichnungen und Drucksachen gebildete technisch-wissenschaftliche Bibliothek.

Um das Andenken an die hervorragendsten Förderer der technischen Wissenschaften und der Industrie der Nachwelt dauernd zu erhalten, sollen in dem Museum auch Bildnisse sowie die Lebensbeschreibungen derjenigen deutschen Männer Aufnahme finden, welche sich um die Förderung der Technik die hervorragendsten Verdienste erworben haben.

Den Grundstock zu den Sammlungen sollten in erster Linie die im Besitz der Kgl. Akademie der Wissenschaften befindlichen, auf Anregung des Geheimrats PETTENKOFER schon seit Jahren angesammelten Gegenstände bilden. An diese sollten sich Originale und Modelle von den ältesten bis zu den neusten Maschinen anschliessen. Die Kgl. bayrische Regierung stellte von vorn herein die freien Räume des alten National-Museums für die erste Unterbringung der Sammlungen zur Verfügung, während die Stadt München einen geeigneten Bauplatz zur Verfügung zu stellen versprach, welches Versprechen sie zu der diesjährigen ersten Ausschuss-Sitzung insofern voll und ganz einlöste, als sie in landschaftlich schönster Gegend der Stadt, nahe dem Zentrum des Verkehrs, einen Platz für das Museum bestimmt hat, der die 2- bis 2 ½ fache Grösse des neuen Reichstagsgebäudes in Berlin umfasst.

Die einzelnen Abteilungen enthalten jetzt schon eine ganz erhebliche Anzahl von Gegenständen, von welchen ich nur die wichtigsten hervorheben möchte:

In der Sammlung für Mathematik, Geodäsie und Astronomie befindet sich neben einer grossen Anzahl von Instrumenten, die heute noch allgemein im Gebrauch sind, die grosse REICHENBACHsche Kreisteilmaschine, welche beinahe 100 Jahre in der von REICHENBACH begründeten mechanischen Werkstätte im Gebrauch war, sowie die Rechenmaschinen von Prof. Dr. SELLING und von THOMAS DE COLMAR, beide aus der Sammlung der K. b. Akademie der Wissenschaften.

In der Abteilung für Messwesen befindet sich neben einer Sammlung der verschiedenartigsten Wassermesser und der verschiedenartigsten Zeitmesser, bezw. Uhren eine astronomische Uhr mit allen wesentlichen Errungenschaften auf dem Gebiete der exakten Zeitmessung von Dr. S. RIEFLER und ebenso auch die ersten von ARON hergestellten, bei den ersten Versuchen benutzten Elektrizitätszähler.

Die physikalische Sammlung enthält die AMPÈREschen Original-Versuchsinstrumente, die seinerzeit unter OHMS Leitung angefertigt wurden, sowie die Apparate, deren sich OHM bei seinen Experimenten bediente; ferner die Apparate HITTORFS, mittelst deren er die Eigentümlichkeiten des elektrischen Stromes, insbesondere die Kathodenstrahlen, erforschte, sowie die ersten RÖNTGEN-Apparate.

Die Abteilung für Mechanik und Maschinenwesen weist neben verschiedenen Modellen von Pumpmaschinen und historisch interressanten Hebewerkzeugen und Pumpen aller Art das Modell eines Schiffshebewerks auf, welches so eingerichtet ist, dass es mittels Elektromotors in Bewegung gesetzt werden kann.

In der Sammlung der Wind-, Wasser- und Wärmekraft-Motoren befinden sich die ältesten Typen der Gasmaschinen, sowie die erste WOLFsche Lokomobile und eine Betriebsdampfmaschine aus der ersten Zeit der KRUPPschen Gußstahlfabrik, sowie ein Balancier aus einer Wasserhaltungsmaschine aus dem Jahre 1806, welcher noch in Holz hergestellt ist. Besonders hervorzuheben ist aber, dass die eine der beiden berühmten REICHENBACHschen Wassersäulenmaschinen aufgestellt ist, welche ca. 100 Jahre im Dienste der Salinen in Berchtesgaden-Reichenhall ununterbrochen in Gebrauch war.

Es befinden sich ferner in der Abteilung für Kälteindustrie, Heizung und Lüftung neben Darstellungen der bedeutendsten Heizungs- und Lüftungssysteme, wie des Reichstagsgebäudes, des Ulmer Münsters, des Magdeburger Domes, Modelle von früher gebräuchlichen Koch- und Zimmeröfen und in derselben Abteilung Modelle der von Prof. Dr. VON LINDE erfundenen Einrichtungen der Kälteindustrie sowie die Erstlingsapparate für Verflüssigung und Zerlegung atmosphärischer Luft.

Über Elektrizitäts-Erzeugung, Leitung und Umformung geben die ersten Maschinen verschiedener Elektrizitätsfirmen Auskunft, sowie elektrodynamische Versuchsapparate von verschiedenen Typen von Elektrisiermaschinen, ausserdem auch diverse Darstellungen über die bis jetzt weitesten elektrischen Kraftübertragungen MIESBACH-München und LAUFFEN-Frankfurt a. M.

Die nächst liegende Sammlung, Signalwesen, Telegraphie und Telephonie, enthält Nachbildungen der wichtigsten Apparate zur Entwicklung des Post- und Telegraphenwesens aus den Sammlungen des Reichspost-Museums, ferner einen Original-Telegraphenapparat von STEINHEIL, der 1837 zwischen München und Salzburg im Betriebe war, ausserdem eine Nachbildung des ersten MORSEapparates vom Jahre 1835 und ferner eine Nachbidlung des ersten Fernsprechapparates von PHILIPP REIS. Ferner eine Einrichtung für drahtlose Telegraphie, System SLABY-BRAUN, mit allem erforderlichen Zubehör.

In Bezug auf technische Akustik, technische Optik und Beleuchtungswesen enthält die Sammlung die Originalinstrumente, Mikroskope und Fernrohre etc. von FRAUNHOFER und UTZSCHNEIDER und eine grosse Anzahl der verschiedensten Apparate, zum Teil nach ABBEschen Theorien, aus den bekannten Werkstätten von CARL ZEISS, Jena, eine Reihe von Original-JABLOCHKOW-Kerzen, bekanntlich den ersten elektrischen Lampen, und eine Sammlung der verschiedenen Konstruktionen elektrischer Lampen der Siemens-Schuckertwerke und der alten Typen von Siemens & Halske, ausserdem eine Sammlung von Lampen zur Darstellung der Entwicklung des Spirituslichtes.

Das Museum enthält ferner an Darstellungen von Transportmitteln, Schiffbau und Luftschifffahrt das Modell der ältesten deutschen Personenzugs-Lokomotive, ferner das Modell einer älteren und einer neueren Güterzugs-Lokomotive, sowie die Lokomotive der Firma Krauss & Co.-München, 1867 auf der Pariser Weltausstellung mit der goldenen Medaille prämiiert, und die erste elektrische Lokomotive von der Firma Siemens & Halske in Berlin: ferner Modelle des ersten Wagenzuges der Ludwigseisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth, bekanntlich der ersten Eisenbahnstrecke in Deutschland. Auch die ersten DAIMLER-Automobile, der erste BENZ-Wagen, sowie das Modell eines Schneeschlittens sind vorhanden. Ganz besonders interessieren dürfte eine Schnellzugslokomotive der bayrischen Staatseisenbahn im Original, und zwar deswegen, weil dieselbe teilweise durchschnitten ist, so dass der innere Bau derselben genau zu sehen ist, und ausserdem eine Vorrichtung enthält, dass man die Bewegung der Lokomotive künstlich hervorbringen kann, so dass das Zusammenarbeiten der einzelnen Teile einer Lokomotive in natürlicher Grösse studiert werden kann.

Die Sammlungen für Mineralogie, Chemie, Elektrochemie und chemische Technologie enthalten einen Zuckerpolarisationsapparat von Prof. Dr. MITSCHERLICH, ferner die Originalmodelle VAN'T HOFFS nebst seiner Abhandlung aus dem Jahre 1874, und die Apparate HITTORFS zur Bestimmung der Umführungszahlen der Ionen bei der Elektrolyse.

Die Abteilung für Berg- und Hüttenwesen stammt in ihrer heutigen Ausdehnung lediglich von der Firma Fried. Krupp und besteht aus Lehrmodellen der verschiedenen Öfen zur Eisen-, Stahl- nnd Metallgewinnung, enthält aber ausserdem ein grosses Modell der Hochöfen der Hermannshütte bei Neuwied a. Rh. und Modelle eines modernen Puddelofens.

Die Firma Fried. Krupp hat auch in der Abteilung für mechaniche Technologie das Modell eines älteren Schwanzhammers, wie er vor langen Jahren in Gebrauch war, sowie das eines neuen 1000 Zentner-Dampfhammers aufgestellt, sowie das Modell eines Maschinenwalzwerkes.

Ausserden befindet sich in dieser Abteilung das Modell des Gußofens, in welchem die Kolossalstatue der „Bavaria" in München gegossen wurde.

In der Reproduktionstechnik befinden sich die Original-Photographenapparate von STEINHEIL, sowie eine Anzahl von Objektiven, die den Entwicklungsgang der photographischen Optik zeigen.

Das Museum hat ferner noch in der Abteilung für Strassen-, Eisenbahn-, Brücken- und Wasserbau eine grössere Anzahl von Modellen verschiedener Brücken und Wasserversorgungen etc. aufgestellt, darunter auch ein Modell der Isarregulierung.

In einer weiteren Abteilung für medizinische Apparate und Hygiene befindet sich ein moderner klinischer Apparat zum Einatmen verdünnter Luft und eine grosse Anzahl elektromedizinischer Apparate; ferner das Modell eines modernen Schulhauses der Stadt München mit allen neuzeitlichen technischen Einrichtungen.

Mit dem Museum ist selbstverständlich, dem Programm gemäss, eine grosse wissenschaftlich-technische Bibliothek verbunden, die auf einer ganz anderen Basis als die sonstigen Hof-, Staats- und Universitäts- etc. Bibliotheken anfgebaut ist. Die letzteren haben viel umfassendere Aufgaben, sie sollen für all die mannigfachen Arbeiten wesentliche Hilfsmittel enthalten, während sich die erstere nur auf Naturwissenschaft und Technik allein konzentriert, darin aber möglichst vollständig sein soll, weil das Museum die modernen Errungenschaften von Naturwissenschaft und Technik dem Studium zugänglich machen, d. h. gewissermassen eine Zentral-Bibliothek für Naturwissenschaft und Technik enthalten muss.

So enthält die Bibliothek z. B. neben einer grossen Anzahl der verschiedenartigsten technischen Zeitschriften eine Menge Einzelabhandlungen der verschiedenen Autoren, welche dieselben meist selbst dem Museum zur Verfügung gestellt haben, ausserdem aber eine Sammlung der sämtlichen deutschen Patentschriften und sämtlicher Nummern der im Jahre 1856 gegründeten Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

Auch die Urkunden- und Autogramm-Sammlung enthält bereits manch wichtige und seltene Schriftstücke, darunter Originalbriefe von AMPÈRE und ALEXANDER VON HUMBOLDT, Originalzeichnungen zur Geschichte der Dampfmaschine, bis 1727 zurückreichend, und Zeichnungen der ältesten in Deutschland aufgestellten Feuermaschinen und Dampfkessel.

Bezüglich des künstlerischen Schmuckes wäre noch hervorzuheben, dass Büsten derjenigen Männer aufgestellt werden, die zur Zeit des Beginnes der heutigen Entwicklung der Naturwissenschaft und Technik tätig waren, so der Büsten von GOTTFRIED LEIBNIZ und OTTO VON GUERICKE, die durch die Erfindung

der Differentialrechnung und der Luftpumpe für die exakte wissenschaftliche Forschung und für die ausführende Technik neue Bahnen erschlossen haben; ferner Büsten von Männern aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts: von KARL FRIEDRICH GAUSS, dem grossen Mathematiker, Geodäten und Physiker, und JOSEPH FRAUNHOFER, dem genialen Optiker, und ferner von solchen Männern, die in Deutschland in grundlegender und weit über das Vaterland hinaus wirksamer Weise die Entwicklung der Technik gefördert haben: ALFRED KRUPP und WERNER SIEMENS, und endlich der beiden Männer, denen wir die Festlegung eines der wichtigsten Naturgesetze verdanken, auf welche die exakten Wissenschaften und die Technik sich stützen, des Prinzips von der Erhaltung der Kraft: ROBERT MAYER und HERMANN HELMHOLTZ.

Sie ersehen hieraus, dass das Museum für Naturwissenschaft und Technik sich in einer ausgezeichneten Entwicklung befindet und wirklich seinen Zweck, jedem Einzelnen das Studium der Technik zu erleichtern, erfüllen wird. Die finanzielle Lage des Institus ist eine günstige dank der vielen Zuwendungen und vieler hochherzigen Stiftungen, und es ist nur zu wünschen, dass sich noch recht viele für das Museum interessieren und als Mitglieder in dasselbe eintreten. Denjenigen, die sich für dasselbe interessieren, steht eine Anzahl von Exemplaren des diesjährigen Verwaltungsberichts zur Verfügung und, soweit dieselben nicht reichen, ein Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, sowie Verzeichnisse der Sammlungen. Im übrigen bitte ich diejenigen, die den Bericht nach ihrem Wohnort zugesandt wünschen, ihre Namen in die ausgelegte Liste einzutragen, und werde mich freuen, wenn dadurch dem Museum für Naturwissenschaft und Technik neue Freunde zugeführt werden.

Diskussion. Herr HEINRICH PRAETORIUS-Berlin fragt, ob zu dem Museum Modelle oder Originale einzusenden seien.

Herr G. DIETRICH-Breslau: Das Museum für Meisterwerke der Naturwissenschaft und Technik nimmt sowohl Modelle, als auch Originale von Maschinen und Apparaten dankbar an, wünscht aber auch vor allem noch recht viele Mitglieder zu bekommen. Die Bedingungen sind ein ständiger Jahresbeitrag von mindestens 6 Mark.

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, vormittags.

Vorsitzender: Herr O. HÖFFER-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 15.

8. Herr K. SCHREBER-Greifswald: **Kraft, Gewicht, Masse, Stoff, Substanz.**

Als Substanz darf man jede physikalische Grösse bezeichnen, welche der Bedingung $\Sigma \delta S = 0$ genügt, welche in ihrer Gesamtsumme stets unverändert bleibt. Substanzen sind also z. B. Energie, Masse, Elektrizitätsmenge, Bewegungsgrösse, Höhe, Volumen u. s. w. Der Begriff Substanz kann also wohl zur Charakterisierung einer physikalischen Grösse benutzt werden, ist aber selbst kein physikalischer Begriff.

Der Begriff des Stoffes ist an das Vorhandensein chemischer Reaktionen gebunden; mit OSTWALDscher Nomenklatur ist der Stoff als der Kapazitätsfaktor der chemischen Energie zu bezeichnen. Materie sowohl, wie Äther sind hypothetische Stoffe, deren Reaktionen und spez. Eigenschaften je nach der Hypothese verschieden sind.

Die beiden Begriffe Substanz und Stoff haben mit der durch die Verwechslung der anderen drei geschaffenen Verwirrung in den Maßsystemen eigentlich nichts zu tun, trotzdem sie stets in die Diskussionen hierüber hineingezogen worden sind.

Diese Verwirrung ist so alt wie die moderne Physik überhaupt und dadurch begründet, dass die neben den Einheiten von Raum und Zeit für die Praxis wichtige Einheit eine Einheit der Stoffmenge ist, und dass unter gewöhnlichen Verhältnissen der Stoff sowohl dem Gewicht, wie auch der Masse proportional ist. GALILEI hat nun aus dem Altertum schon ein Maßsystem übernommen, in welchem die Einheit der Stoffmenge als Einheit der Kraft aufgefasst wurde. Zu Schwierigkeiten führte dieses System, als GAUSS die magnetischen Beobachtungen auf der Erde vereinigen wollte. GAUSS fasste deshalb jene Einheit der Stoffmenge als Einheit der Masse auf und erhielt so ein Maßsystem, in welchem neben den Einheiten des Raumes und der Zeit als dritte Einheit die Einheit der Masse definiert wird als die Masse von 1 ccm Wasser. Da dieses Maßsystem vom Ort auf der Erde unabhängig, in GAUSS' lateinischer Sprache „absolut" ist, so hat man es als absolutes Maßsystem bezeichnet und infolge Übertragung dieses Eigenschaftswortes behauptet, es sei das einzig berechtigte System.

Dieses jetzt in der Physik zum herrschenden gewordene, von mir deshalb als physikalisches bezeichnete System hat den Nachteil, dass der Begriff der Masse schwer als Fundamentalbegriff, d. h. ohne Voraussetzung anderer Begriffe zu definieren ist. Die einzige diese Bedingung erfüllende, von MACH herrührende Definition gibt die Masse nur als mathematische Abkürzung für ein Verhältnis zweier Beschleunigungen ohne irgend welche physikalische Anschaulichkeit. Ferner lässt sich in diesem System der Begriff der Kraft ebenfalls nur als mathematische Abkürzung für ein Produkt aufstellen, ohne irgend welchen physikalischen Hintergrund, und ausserdem hat diese physikalische Ableitung nur Gültigkeit für dynamische Kräfte, während zur Definition statischer Kräfte noch Hypothesen zu Hilfe genommen werden müssen.

Dagegen hat das alte GALILEIsche System den Vorteil, dass nicht nur sein Fundamentalbegriff, die Kraft, sondern auch alle abgeleiteten Begriffe vollkommenste Anschaulichkeit besitzen. Dass jeder Mensch ohne irgend welche Kenntnisse eine Vorstellung vom Begriff der Kraft hat, liegt daran, dass er, wie REDTENBACHER sagt, in seinen Muskeln einen Kraftsinn hat. Kraft ist diejenige physikalische Grösse, welche der Mensch durch eine Anstrengung seiner Muskeln ersetzen oder aufheben kann.

Will man dieses Maßsystem zu einem absoluten, d. h. vom Ort auf der Erde unabhängigen machen, so muss man eine neue Einheit wählen. Ich definiere deshalb als Einheit der Kraft diejenige Kraft, mit welcher sich zwei Wasserkugeln von 1 ccm anziehen, wenn sich ihre Oberflächen gerade berühren, und nenne sie nach dem Vornamen NEWTONS, auf dessen Gravitationsgesetz diese Einheit beruht, ein Is.

Den Begriff der Masse erhält man aus dem der Kraft entweder als Maß des Trägheitsvermögens oder auf dem Umwege über den Begriff der Arbeit und Energie als Maß der Aufnahmefähigkeit für Bewegungsenergie; in beiden Fällen also anschaulich. Als Einheit der Masse definiere ich die Masse einer Wasserkugel, welche auf eine ihr gleiche Wasserkugel die Einheit der Kraft ausübt, wenn sich die Oberflächen gerade berühren. Durch Vergleich mit der Definition des Is erhält man hieraus, dass die Einheit der Masse gleich der Masse von 1 ccm Wasser ist, also gleich der im physikalischen System gebräuchlichen.

Da das Is für die Praxis zu klein ist, so definiere ich als praktische Einheit der Kraft $2{,}263 \cdot 10^{13}$ Is, welche, soweit die Genauigkeit der Versuche reicht, gleich dem Gewicht des „Kilogramme des Archives“ ist. Sollten genauere Beobachtungen ergeben, dass diese Beziehung nicht ganz richtig ist, so wird man nur die neu gefundene Zahl einsetzen, ohne das Is oder das „Kilogramme des Archives“ zu ändern; ähnlich wie man es bei der Feststellung des Verhältnisses des Ohms zur Quecksilbereinheit gemacht hat. Auch die Abhängigkeit des Gewichtes vom Ort lässt sich sofort in jene Beziehung einfügen.

Um die Bezeichnungen der Einheiten für Stoffmenge, Gewicht und Masse scharf von einander zu trennen, schlage ich im Anschluss an Oberbeck vor, die Einheit der Stoffmenge dem Reichsgesetz entsprechend mit „kg“, dagegen die des Gewichtes durch kgg und die der Masse durch kgm zu bezeichnen, also den vom Gesetz vorgeschriebenen Bezeichnungen ein „g“, bezw. ein „m“ anzuhängen.

(Der Vortrag wird ausführlich in Dinglers polyt. Journal erscheinen.)

Diskussion. Herr Jüttner-Breslau: Was die praktische Seite des neuen Maßsystems anbetrifft, so hat in ihm das vorgeschlagene Kraftmaß, das Is, tatsächlich einen veränderlichen Wert, dessen Variation durch die Messungen der Erddichte bestimmt wird. Es liegt hier also ein ähnlicher Nachteil vor, wie z. B. in der Chemie, wenn man die Atomgewichte auf $H = 1$ bezieht: die Konstanten erhalten einen „Kurswert“. Daher kommt man im vorliegenden Falle doch praktisch auf die Definition mittels des Pariser Normalkilogramms zurück.

Auch in theoretischer Beziehung lassen sich Einwände erheben. Die Kraftempfindung gab zwar den Anlass zur Bildung des Begriffes der Kraft, lässt sich aber nicht zu ihrer Messung benutzen (vgl. Machs Behandlung der Temperaturempfindung). So sprach auch der Herr Vortragende nicht davon, dass jene beiden Wasserkugeln durch Muskelkraft von einander gerissen werden sollten. Erkenntnistheoretisch einwandfrei durchführbar scheint mir nur die z. B. von Kirchhoff gegebene Definition der Kraft als einer Rechnungsgrösse zu sein, da sie lediglich die Begriffe Raum und Zeit benötigt.

Herr K. Schreber-Greifswald: Das Beispiel des Kurswertes der Molekulargewichte, wenn man H zugrunde legt, passt nicht hierher, weil die Wahl des O als Einheit des Molekulargewichtes dadurch veranlasst ist, dass O bei den meisten Messungen des Atomgewichtes gebraucht wird und die Reduktion auf H nur durch das Verhältnis $O : H$ ermöglicht wird.

Dass man bei Benutzung der Volumenänderung zur Messung der Temperatur doch auf den Temperatursinn zurückgreift, erkennt man daraus, dass man erst nachweist, dass das Volumen einer bestimmten Gasmenge zunimmt mit dem durch das Gefühl beobachteten Wärmerwerden. Dasselbe lässt sich auf die Kraft übertragen. Wir beobachten bei verschiedenen Gewichten verschiedene Muskelanstrengung und nehmen diese für das Maß jener, so dass auch hier der Muskelsinn erst eine Messung ermöglicht.

4. Herr G. Fränkel-Breslau: **Über die allgemeine Einführung der Elektrizität in landwirtschaftlichen und gewerblichen, sowie Nebenbahn-Betrieben.**

Auf einer Naturforscher-Versammlung liegt es besonders nahe, die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen der reinen und angewandten Wissenschaft zu untersuchen, im vorliegenden Falle der reinen und angewandten Physik, im Spezialfalle Technik genannt. Es ist nicht zu leugnen, dass die in den vergangenen Jahrhunderten oft betriebene rein spekulative Physik die Grundlage der jetzt so hoch entwickelten Technik bildet, ja es gibt Menschen, welche behaupten, dass sie den Boden für die gesamte heutige Kultur vor-

bereitet hat. Indem die Wissenschaft die Naturgesetze erforschte, schaffte sie Licht in bisher unbekannte, mit Scheu und Aberglauben betrachtete Gebiete. Als nun auf diesem so vorbereiteten Gebiete die Dampfmaschine erfunden und angewendet war, entwickelte sich die hierauf beruhende Technik so rasch und zu so grosser Höhe, dass die reinen Naturwissenschaften aus der Praxis heraus mancherlei Anregung zu Forschungen auf ganz neuen Gebieten erhielten.

Es ist aber eine bekannte Tatsache, dass seit der Einführung der Maschinen und insbesondere der Dampfmaschinen in unser Kulturleben die Landwirtschaft und mehr noch das Handwerk, welches dem alten Sprichworte nach einen goldenen Boden hat, in grosse Bedrängnis gerieten, so dass heute von einem Notstande derselben die Rede ist, während die Industrie einen ungeahnten Aufschwung gegen frühere Zeiten genommen hat. Diesem Aufschwunge verdankt aber die Menschheit die heutige bessere Lebenshaltung, bei welcher die gesamte körperliche und geistige Ernährung, Verpflegung, Wohnung, Kleidung und Gesittung gegenüber der sogenannten guten alten Zeit auf einer wesentlich höheren Stufe stehen. Zur Teilnahme an diesen Errungenschaften hat jeder Stand ein gleiches Recht, und so kann man von einem wirklichen Notstande sprechen, wenn einzelne Berufe nebst deren Angehörigen in härterer Arbeit als andere Stände die Anteilnahme an zeitgemässer Lebenshaltung erkämpfen müssen und die weniger Gutgestellten in steter Sorge um ihre Existenz den Kampf ums Dasein führen. Es werden daher — wie Werner Siemens in seinem Vortrage auf der Naturforscher-Versammlung „Über das naturwissenschaftliche Zeitalter", Berlin 1886, ausführt — „bedenkliche Theorien aufgestellt, welche eine Rückkehr zu den Arbeitsmethoden früherer, vermeintlich glücklicherer Zeiten anraten, welche aber nicht bedenken, dass auch die Zahl der Menschen auf den früheren Betrag zurückgeführt werden müsste! Die Zahl glücklicher Hirten und Jäger, die ein Land ernähren kann, ist aber nur klein, und bei der Abwägung der grösseren oder kleineren Glückseligkeit einer Zeitperiode muss doch diese Zahl immer als ein wesentlicher Faktor auftreten. Es ist zwar ein hartes, aber leider auch unabänderliches soziales Gesetz, dass alle Übergänge, selbst zu besseren Zuständen, mit Leiden (einzelner) verknüpft sind." Wir werden also das Vordringen der Maschine umsomehr als zweckmässig und kulturfördernd ansehen müssen, als sie den Menschen die schwere Körperarbeit abnimmt, bezw. diese mehr in eine intellektuelle verwandelt, nämlich zur Leitung der sehr leistungsfähigen Maschinen.

Technik und Industrie haben tatsächlich einem grossen Teile der Menschheit zu guten Lebensbedingungen verholfen und auch für Deutschland die Grundlage des Nationalwohlstandes geschaffen. Man wird daher mit Recht um die Gründe fragen, weshalb gerade Landwirtschaft und Handwerk nicht an diesen Segnungen teilgenommen haben, trotzdem es an Fleiss, Strebsamkeit und Intelligenz unter deren Vertretern nicht fehlt. Die Antwort ist leicht zu geben: Eine merkwürdige Laune der Technik hat es bisher zuwege gebracht, dass die kleinen oder stark wechselnden motorischen Kräfte, welche gerade in den beiden Berufen zumeist zu leisten, mit unverhältnismässig hohen Kosten und Schwierigkeiten zu beschaffen sind.

Die Industrie hingegen ist durch die Erfindung der Dampfmaschine[1]) „nicht mehr gefesselt an die Gefälle des Wasserlaufs, sie war erlöst aus dem Waldtale; die Kraft, die sie nötig hatte, band sie nicht mehr an eine bestimmte Örtlichkeit; sie konnte frei da ihr Arbeisfeld suchen, wo sich ihr die günstigsten Bedingungen darboten", und wo sie die billigen grossen Kräfte ausnutzen konnte; der landwirtschaftliche Kraftbedarf klebt jedoch an der

1) Vergl. Beck, Geschichte des Eisens.

Scholle. In industriellen Kraftanlagen gelingt es, bei einem für Dampfbetrieb allerdings erheblichen Anlagekapital, die Kosten für eine Pferdekraft pro Stunde auf weniger als 2,4 Pfg. bis 4 Pfg. herabzusetzen. Nimmt man hiergegen die mechanische Arbeit eines Menschen, wie sie in Landwirtschaft und Handwerk für manche Zwecke häufig erforderlich ist, zu $^1/_3$ Pferdekraft, so würde diese Leistung bei 2 Mark Tagelohn 60,0 Pfg. für die stündliche Pferdekraft kosten; im allgemeinen würde dieses Verhältnis aber noch viel ungünstiger werden, da man die dauernde tägliche Arbeitsleistung des Menschen nur zu rund $^1/_8$ Pferdekraft einsetzen kann. Für ein Arbeitspferd würden die stündlichen Kosten unter Berücksichtigung des Führers 48 Pfg. betragen; diesen hohen Betriebskosten steht allerdings das verhältnismässig kleine Anlagekapital gegenüber, welches beim Menschen ganz entfällt. Wenn man bedenkt, dass zur Bewirtschaftung von 1 Hektar Land je nach Klima, Boden und Intensität etwa 60—120 Arbeitstage eines Menschen zu rechnen sind, und dass hiervon nur ein Viertel durch geeignete motorische Kräfte zu ersetzen wäre, so würden allein an Arbeitslöhnen rund 25 Mark zu ersparen sein, was für 100 kg erbauten Getreides schon einige Mark beträgt — entsprechend einem grossen Teile des bestehenden Einfuhrzolles. Auf den Handwerker bezogen, würden sich bei 300 Arbeitstagen und 3 Mark Lohn täglich rund 450 Mark jährlich, d. h. die Hälfte, durch Maschinenarbeit bei etwa halbem Zeitaufwande sparen lassen, oder aber er könnte durch letztere die doppelte Leistung erzielen, was seinen Verdienst erheblich in die Höhe bringen und ihn mit dem Fabriken, welche grössere Anlagekosten haben, konkurrenzfähig machen würde. Bei vorhandenen Fabrikanlagen stehen jedem Arbeiter etwa $^1/_2$ bis 1 PS oder 4 bis 8 eiserne Arbeiter zur Seite.

Wie bereits erwähnt, gebricht es vorläufig noch an einer vollkommenen Kraftmaschine, welche den genannten Ansprüchen genügt. Die unbestrittene Herrschaft auf dem Gebiete der Motoren besitzt immer noch die Dampfmaschine, welche von den 4,5 Proz. der nur mit Motoren arbeitenden Gewerbebetriebe etwa $^1/_3$ beherrscht, der Anzahl der geleisteten Pferdekräfte, 3400000, nach rund 80 Proz. (2700000). Hieran schliesst sich Wasser: 55000 Betriebe (630000 PS), Wind 18000 (?), Gas 14000 (54000 PS) und Petroleum 2000 (7000 PS). Die Elektrizität kommt nur in Form von Zentralen in Frage.

Die ungeheure Verbreitung verdankt die Dampfmaschine vor allem den bereits oben erwähnten geringen Betriebskosten, welche mit der Grösse der nicht ortsfesten Anlagen langsam abnehmen, hingegen für kleine Kraftleistungen sehr rasch wachsen; hinzu kommt die immerhin schwierige und sorgfältige Behandlung durch einen sachverständigen Maschinisten, die Notwendigkeit der Konzessionierung der Anlage und nicht zuletzt die hohen Beschaffungskosten. Diese fallen bei Landwirtschaft und Handwerk besonders stark ins Gewicht, da bei jener das Anlagekapital in Grund und Boden steckt und diese naturgemäss nicht die grossen Kapitalien der Industrie zur Verfügung hat.

Immerhin hat die in den letzten Jahren erfolgte Entwicklung der maschinellen Betriebe auch in diesen Berufen erfreulicherweise an Boden gewonnen, so dass seit 1882 bis zur Berufszählung 1895 eine starke Zunahme der mit Maschinen arbeitenden landwirtschaftlichen Betriebe sich ergeben hat, da auch die Entwicklung der Arbeitsmaschinen mit den Motoren gleichen Schritt hielt. Gegenwärtig sind etwa 20 Proz. aller landwirtschaftlichen Betriebe mit Maschinen versehen, allerdings der Grossgrundbesitz über 100 Hektar mit etwa 94 Proz., fallend bis zu 2 Proz. bei kleinen Wirtschaften. Insbesondere der mittlere Besitz, welcher auf fremde Arbeitshilfe angewiesen ist, leidet sehr an dem Fehlen maschinellen Betriebes, welcher hauptsächlichst im Dreschen

(z. T. mit Dampf) und Säen besteht. Der Dampfpflug ist bisher nur in den grössten Besitzungen verwendbar und angewendet. Die Handwerksberufe sind gegenwärtig kaum zu 2 Proz. mit Maschinen versehen, woraus sich die besondere Notlage derselben ergibt.

Bei dieser Aufstellung ist das Pflügen mit Dampf oder Elektrizität noch fast gar nicht in die Erscheinung getreten, trotzdem dies eine der wichtigsten Forderungen der Landwirtschaft ist. Die Tiefkultur erschliesst den Boden und somit die Nährsalze auf fast die doppelte Tiefe gegenüber derjenigen, welche mit unserem bekannten Pfluge erzielt wird, wobei die Kosten etwa 8 Mark pro Morgen gegenüber 12 Mark mit Gespannen betragen; durch die bessere Wurzelentwicklung, Entwässerung, Wegfall der Fusstritte der Zugtiere, bessere Auflockerung des Bodens soll der Ertrag um 25 bis 30 Proz. allmählich gesteigert werden können, und nach einer im landwirtschaftlichen Ministerium angestellten Berechnung soll es möglich sein, bei umfassender Einführung der Dampfkultur und gleichzeitigen Fortschritten in richtiger Fruchtfolge, rationeller Düngung, gutem Saatgut und Bestellung u. s. w. den gesamten Bedarf Deutschlands an Brotgetreide selbst zu erzeugen und eine grössere Unabhängigkeit vom Auslande zu erreichen, eine gewiss erstrebenswerte Aufgabe.

Bei der erwähnten mangelhaften Anwendbarkeit maschineller Betriebe in den betreffenden Berufen sind die Klagen derselben über Arbeitermangel und ungünstige Erwerbsverhältnisse noch so gewaltig, dass es angebracht erscheint, einen Ausblick zu werfen auf die zur weiteren Einführung von motorischen Kräften möglichen, bezw. vorgeschlagenen Hilfsmittel.

Als solches ist z. T. blindlings die Elektrizität genannt und versucht worden, mit dem zu erwartenden Misserfolge. Solange nämlich die Elektrizität auf magnetdynamischem Wege, also auf dem Umwege der heutigen, ohnehin mit geringem Wirkungsgrade (12 bis 30 Proz. je nach Brennstoff) arbeitenden Motoren erzeugt wird, von denen weitere je 8 bis 10 Proz. bei der Umwandlung in elektrische, Zurückverwandlung in äussere Energie und durch Leitung verloren gehen, solange hierfür ferner die Beschaffungs- und Tilgungskosten für die motorische sowie die sehr teure elektrische Anlage aufzuwenden sind, kann von einer wirtschaftlichen Verwendung der Elektrizität bei Einzelanlagen nicht die Rede sein. Auch rein landwirtschaftliche Zentralen haben zwar technische Erfolge erzielt, konnten sich aber wegen ungenügender Rentabilität nicht entwickeln. Die Gründe liegen, ausser in der vorgenannten kostspieligen Art der Erzeugung elektrischer Energie, noch in dem stark wechselnden Verbrauch derselben. Im Herbste werden zum Pflügen und Dreschen grosse Kraftmengen in wenigen Tagen beansprucht, sodann ist aber der Verbrauch zu den übrigen landwirtschaftlichen Verrichtungen ein sehr geringer, so dass die grossen Anlagen nur z. T. ausgenutzt werden. Sehr anschaulich schildert dies Backhaus in seinem Werke über das Versuchsgut Quednau, indem er zugleich anerkennt, dass die „Leutenot durch ausgedehnte Maschinenarbeit gemildert“ und dem Arbeiterstamm leichtere und angenehmere Lebensbedingungen geschaffen werden können.

Als die wichtigste maschinelle Leistung wird auch von ihm das elektrische Pflügen genannt, zur Schaffung der ertragsteigernden Tiefkultur. Die Einführung motorischer Betriebe auf Quednau und anderen Gütern ist aber wirtschaftlich nur dann möglich, wenn ein technisches Nebengewerbe vorhanden ist — hier Molkerei.

Und dies ist der schwache Punkt, wo die Kraftwerke einzusetzen haben. Nicht überall ist nämlich ein derartiger Nebenbetrieb angebracht oder möglich. Nach den verschiedenen Vorbedingungen wird die Rentabilität des reinen elek-

trischen Betriebes verschieden — ja sogar negativ — sein, andererseits wird man aber mit „bedeutenden Mehrerträgen“ infolge veränderter Betriebsart bis zu 100 Proz. rechnen können. „Das Wichtigste ist aber, dass man hierdurch überhaupt tierische und namentlich die so oft fehlenden menschlichen Arbeitskräfte ersetzen kann.“ Die dort angestellten Berechnungen lassen den elektrischen Betrieb nur da empfehlenswert erscheinen, wo genügende Verwendungsmöglichkeit für elektrischen Strom vorhanden ist. Dieser ist unbedingt zum Ersatze tierischer oder menschlicher Arbeitskraft zu empfehlen, wenn 1 Kilowatt unter 25 Pfg. erzeugt wird.

Die folgenden Betriebe geschehen elektrisch: Betrieb von Dreschmaschinen, Wasserpumpen für Trinkwasserzwecke, zur Gärtnerei und Viehzucht, Schrotmühlen, Häckselmaschinen, Rübenschneider, Windfege und Kreissäge, dazu im Hauptbetriebe die Molkereimaschinen, Beleuchtung an Stelle des ausländischen Petroleums.

Die Segnungen motorischer Betriebe können also nur unter ganz bestimmten Bedingungen erhalten werden, nämich bei grossen Gütern, welche ausserdem ein Nebengewerbe haben; also der Allgemeinheit ist die Kraftlieferung verschlossen, wenn nicht ein anderer Kraftverbraucher hinzutritt. Als solcher könnten die Klein- und Nebenbahnen, die ja besonders in den ländlichen Bezirken liegen, entwickelt werden, allerdings erst nach ihrer Umwandlung für elektrischen Betrieb. Diese Bahnen allein würden ebenfalls nicht zu wirtschaftlichen Kraftzentralen führen, da der Kraftbedarf sehr wechselnd auftritt. Gelingt es aber, diese beiden Betriebe von einer elektrischen Zentrale aus zu speisen, so fallen bei der Summierung der zu leistenden Kräfte die prozentualen Abweichungen nicht mehr so sehr ins Gewicht. Es wird sich also voraussichtlich durch diese Vereinigung ein nutzbringender Betrieb erzielen lassen, wie ich in den Sitzungen des Ingenieur- und Eisenbahnkunde-Vereins in Berlin 1902 ausführte. Rentabilität ist aber Voraussetzung für ein förderndes Eingreifen der Privatindustrie in dieser Frage mit gleichzeitigem öffentlichen Interesse. Immerhin wären die betr. Unternehmungen zu umfangreich und zu sehr dem technisch-kaufmännischen Berufe naheliegend, als dass der Staat ihnen mehr als wohlwollend und fördernd gegenüberstehen könnte, zugleich aber auch als Abnehmer von Kraft für diejenigen Bahnen, welche elektrischen Betrieb erhalten würden. Auch diese Bahnen leiden nach gewisser Richtung Not, indem wegen des geringen Verkehrs die Wagen und Lokomotiven ungenügend ausgenützt sind und daher kostspielig arbeiten. Die Zentrale für mittleren Kraftbedarf, welche ausserdem häufiger Einzelwagen zu befördern gestattet, also einen etwa strassenbahnähnlichen Betrieb zulässt, verringert diese Mängel und wirkt zugleich verkehrfördernd. Ein Hinweis möge noch gestattet sein auf die neuerdings an Boden gewinnende sogenannte gleislose Bahn, welche aus Kraftfahrzeugen besteht, ihren Strom von einer gewöhnlichen Leitung an der Strasse entnimmt und auf letzerer ohne Schienen fährt. Sie dient dem Personen- und Güterverkehr und kann ebenfalls an eine derartige Überlandzentrale angeschlossen werden. Die Verwendungsmöglichkeiten in Stadt und Land, in Gewerbe, Landwirtschaft und Industrie sind so ungeheuer und von wirtschaftlicher Bedeutung, dass tatsächlich das öffentliche Interesse auf solche Zentralen hingelenkt und es freudig begrüsst werden muss, wenn eine derartige Versuchsanlage als Grundlage für den Bau solcher Zentralen im ganzen Lande geschaffen würde. Hierzu sind eingehende Vorarbeiten im Gange.

Zum Schlusse darf auf den eingangs erwähnten Zusammenhang zwischen reiner Wissenschaft und Technik in diesem Sonderfalle hingewiesen werden. Weder der Wechselstrom, noch Gleich- und Drehstrom haben es vermocht, für

Eisenbahnzwecke befriedigende Ergebnisse zu liefern, weil entweder die Gewichte der Elektromotoren zu hohe, die Zugkräfte zu geringe waren, oder die Anlagekosten zu hohe wurden (3 Leitungen bei niedriger Spannung) und endlich praktische Schwierigkeiten, mangelhafte Regulierung u. s. w., eintraten. Wohl hauptsächlich durch das Streben der Elektrotechniker, die elektrische Energie der Eisenbahn dienstbar zu machen, sind die mit hoher Spannung arbeitenden Motoren, insbesondere die Einphasenmotoren, erfunden und gebaut worden, welche bei hoher Anzugskraft nur eine verhältnismässig schwache Leitung erfordern und auch praktisch den Eisenbahnzwecken bestens entsprechen. Mit diesen verschiedenartigen Stromarten, Dynamos und Motoren ist für die Wissenschaft ebenfalls eine grosse Bereicherung entstanden, die besonders in den Forschungen mit hochgespannten Strömen, in der Strahlenforschung u. s. w. nutzbringend gewirkt hat und noch wirken soll.

Durch diese gegenseitige Förderung wird die Lebenshaltung der Menschheit und die gesamte Kultur gehoben, dem grössten Teile der Bevölkerung vor allem leichtere Lebensbedingungen und Lebensfreude geschaffen. Auch in dem grossen Kampfe ums Dasein erwächst, wie W. Siemens in dem obengenannten Vortrage betont, demjenigen Volke, welches die naturwissenschaftlich-technischen Errungenschaften pflegt und hebt, ein so gewaltiges Übergewicht, eine solche überwiegende Machtfülle, dass ein Unterliegen gegen minder hochstehende Völkerschaften ausgeschlossen ist. Dass unser deutsches Vaterland als auf der Höhe der Technik stehend auch vom Auslande anerkannt wird, darf uns mit Genugtuung und Zuversicht für die Zukunft erfüllen.

Diskussion. Herr Leitgebel-Breslau weist darauf hin, dass der niedrige Preis, zu dem die Waldenburger Elektrizitätswerke die Elektrizität an Kleinabnehmer abgeben, der von dem Herrn Vortr. zu 12 Mk. pro Lampe und Jahr angegeben wurde, wohl hervorgegangen sein mag aus dem Bedürfnis, die einmal nach den Ortschaften geführten kostspieligen Leitungsanlagen besser auszunutzen, nicht aber würde man umgekehrt gern bereit sein oder empfehle es sich, derartige Anlagen lediglich in der Voraussicht zu schaffen, derartige niedrige Preise damit zu erzielen, denn mit diesen wäre eine Rentabilität der Elektrizitätswerke nicht zu erzielen. Die Rentabilität wäre auch bei den Waldenburger Werken, wie bei vielen Überlandzentralen, bisher eine nennenswerte nicht gewesen.

Herr G. Fränkel-Breslau: Die Zahl der landwirtschaftlichen motorischen Betriebe bezog sich nicht auf elektrische Betriebe. Abgabe von billigen elektrischen Lampen würde ebenfalls nur als „Nebengewerbe“ aufzufassen sein.

Gleislose Bahnen haben nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn bei genügendem Verkehr etwa mehrere Wagen nach der Renardschen Erfindung gekuppelt sind, da hierdurch die Adhäsion vermehrt wird.

IV.

Abteilung für Chemie, einschl. Elektrochemie.

(No. IV.)

Einführende: Herr A. LADENBURG-Breslau,
Herr R. ABEGG-Breslau.
Schriftführer: Herr W. HERZ-Breslau,
Herr C. KRÜGEL-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr ED. LIPPMANN-Wien: Über Dibenzylanthracen und seine Derivate (nach gemeinsamen Untersuchungen mit Herrn R. FRITSCH).
2. Herr H. STOBBE Leipzig: Chemische Lichtwirkung und Chromatropie.
3. Herr H. KAUFFMANN-Stuttgart: Über den Zusammenhang zwischen Fluoreszenz und chemischer Konstitution.
4. Herr A. WIELER-Aachen: Über das Auftreten organismenartiger Gebilde in chemischen Niederschlägen.
5. Herr F. SACHS-Berlin: Einige neue Anwendungen der GRIGNARDschen Reaktion.
6. Herr A. LADENBURG-Breslau: Reindarstellung des Isostilbazolins.
7. Herr F. W. KÜSTER-Clausthal: a) Beiträge zum Schwefelsäure-Kontaktverfahren (nach Versuchen der Herren FRANKE und W. GEIBEL).
   b) Über die Festlegung des Neutralisationspunktes durch Leitfähigkeitsmessung (nach Versuchen der Herren M. GRÜTERS und W. GEIBEL).
8. Herr R. KREMANN-Graz: Über das Schmelzen dissoziierender Stoffe und deren Dissoziationsgrad in der Schmelze.
9. Herr E. WEDEKIND-Tübingen: a) Synthese einfacher Pyronone aus Säurehaloïden.
   b) Über neue optisch-aktive Ammoniumsalze und über die Konfiguration des Stickstoffs in den quartären Ammoniumbasen.
   c) Über die spontane Bildung von Stickstoffzirkonium.
10. Herr J. STARK-Göttingen: Bedienung und Anwendung der Quecksilberlampe aus Quarzglas.
11. Herr O. LUMMER-Berlin: Über N-Strahlen.
12. Herr P. WEISS-Zürich: Über N-Strahlen.
13. Herr G. BODLÄNDER-Braunschweig: Elektrometrische Kohlensäurebestimmung.

14. Herr W. NERNST-Göttingen: Beitrag zur Kenntnis chemischer Gleichgewichte bei hohen Temperaturen.
15. Herr H. KUNZ-KRAUSE-Dresden: Vorkommen aliphatisch-alicyklischer Verbindungen im Pflanzenreich.
16. Herr HANS MEYER-Prag: Über isomere Ester von Ketonsäuren.
17. Herr R. WEGSCHEIDER-Wien: Über die Verseifung des Benzolsulfosäureesters.
18. Herr E. KÖNIG-Höchst a. M.: Über die Lichtempfindlichkeit der Leukobasen organischer Farbstoffe und ihre Anwendung zur Herstellung photographischer Bilder.
19. Herr G. BREDIG-Heidelberg: Adiabatische Reaktionsgeschwindigkeit chemischer Systeme (nach gemeinsamen Untersuchungen mit Herrn F. EPSTEIN).
20. Herr F. HABER-Karlsruhe i. B.: Über die Bunsenflamme.
21. Herr J. v. BRAUN-Göttingen: Über eine neue Methode zur Aufspaltung cyklischer Basen.
22. Herr E. H. RIESENFELD-Freiburg i. B.: Überchromsäure.
23. Herr F. WEIGERT-Leipzig: Über umkehrbare photochemische Reaktionen im homogenen System.
24. Herr A. BINZ-Bonn: Über die Konstitution des hydroxylschwefligsauren Natriums.
25. Herr R. ABEGG-Breslau: Die Tendenz des Überganges von Thalli- in Thallosalze und das Oxydationspotential des Sauerstoffs.
26. Herr V. v. CORDIER-Graz: Über eine wahrscheinliche Stereoisomerie des Stickstoffs beim Guanidinpikrat.
27. Herr E. MOHR-Heidelberg: Ein Beitrag zum Benzolproblem.
28. Herr TH. POSNER-Greifswald: Über die Konstitution der Phenochinone und Chinhydrone.
29. Herr P. PFEIFFER-Zürich: Zur Stereochemie des Chroms.
30. Herr L. SPIEGEL-Berlin: Kondensation von Eiweißspaltprodukten.
31. Herr W. HERZ-Breslau: Löslichkeitsbestimmungen in Aceton-Wassergemengen (nach gemeinsamen Untersuchungen mit Herrn M. KNOCH).

Die Vorträge 10—14 sind in einer gemeinsamen Sitzung mit der Abteilung für Physik und der Abteilung für angewandte Chemie gehalten.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr A. LADENBURG-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 68.

1. Herr ED. LIPPMANN-Wien: **Über Dibenzylanthracen und seine Derivate** (nach gemeinsamen Untersuchungen mit Herrn RODOLFO FRITSCH).

Erhitzt man Anthracen, Benzylchlorid und Zinkstaub bei Gegenwart von Schwefelkohlenstoff in molekularen Mengen, so erhält man in der Ausbeute von 35 Proz. einen in langen, blau fluoreszierenden Nadeln krystallisierenden Kohlenwasserstoff, der bei 241^{0} schmilzt, carbylaminähnlichen Geruch und die Zusammensetzung des Dibenzylanthracens zeigt. Sehr wahrscheinlich sind die Wasserstoffe der Mesogruppen 9 und 10 durch Benzylgruppen vertreten,

da durch Oxydation mittels Chromsäure in eisessigsaurer Lösung Anthrachinon und Benzoesäure erhalten werden. Lässt man eine mit Schwefelkohlenstoff verdünnte Bromlösung von bekanntem Gehalt in eine gleiche siedende von Dibenzylanthracen einfliessen, oder lässt man mit Kohlensäure gemengte Bromdämpfe in eine am Wasserbade erwärmte Lösung des Kohlenwasserstoffes in Schwefelkohlenstoff eintreten, so entsteht das Monobromdibenzylanthracen, kleine gelbe, bei 187° schmelzende Krystalle, wo das Brom in die Seitenkette des Benzylrestes eingetreten ist, weshalb dieses Bromid grosse Reaktionsfähigkeit zeigt, die uns zu weiteren Versuchen veranlasste. Für diese Auffassung spricht das Verhalten dieser Bromverbindung beim Erhitzen bis 130°, seine Zersetzung beim Erhitzen mit Lösungen von Kalium, Blei und Silberacetat, sein Verhalten gegen siedenden Eisessig und Essigsäureanhydrid.

Wird das Bromid mit letzterem Reagens nur wenige Minute gekocht, so wird unter Abspaltung von Bromwasserstoff Dibenzalanthracen gebildet. Dieselbe Substanz bildet sich beim trocknen Erhitzen des Bromids für sich, oder wenn eine Benzollösung desselben mit den oben erwähnten Acetaten erhitzt wird.

Die Richtigkeit dieser Molekularformel wurde durch zahlreiche Analysen und Bestimmung des Molekulargewichts durch Siedepunktserhöhung der Benzollösung (nach Beckmann) bestätigt gefunden.

Lässt man ein Molekül Bromid auf ein Molekül Chinolin in benzolischer Lösung 10 Stunden einwirken und fügt dann noch ein weiteres Molekül Chinolin hinzu, digeriert weiter 10 Stunden, so bildet sich neben Chinolinbromhydrat und kleineren Mengen Dibenzalanthracen das bimolekulare Dibenzalanthracen. Dasselbe schmilzt bei 184° und zeigt viel grössere Löslichkeit in Eisessig wie die monomolekulare Verbindung. Auch hier wurde durch Bestimmung der Siedepunktserhöhung von Benzol die Richtigkeit dieser Molekularformel kontrolliert.

Anilinverbindung. Wurde die Chloroformlösung des Bromids mit zwei Molekülen Anilin längere Zeit am Wasserbade erhitzt, so gelang es, aus der Lösung neben Anilinbromhydrat ein Anilinderivat, gelbgrüne Kristalle, die bei 233° schmelzen, zu isolieren. Dieselben sind aller basischen Eigenschaften bar und verbinden sich weder mit Jodmethyl, noch mit Säuren.

Acetat des Oxydibenzylanthracens. Lässt man das Bromid in Benzollösung auf Silberacetat am Wasserbade einwirken, so wird sofort Bromsilber gebildet, und es entsteht neben Dibenzylanthracen obiges Acetat. Da das Acetat in Äther löslich ist, so kann durch Digerieren mit demselben der unlösliche Kohlenwasserstoff abgetrennt werden. Der so dargestellte Äther schmilzt bei 158°, ist in Chloroform leicht, hingegen in Weingeist schwer löslich. Er bildet weisse Kristalle, die sich mit konzentrierter Schwefelsäure grün färben.

Wird dieser Ester durch anhaltendes Kochen mit weingeistiger Kalilösung verseift, so erhält man den Alkohol-Oxydibenzylanthracen, fleischrote Kriställchen, die bei 151° schmelzen und in Weingeist mit roter Fluoreszenz sich lösen.

Diskussion. Herr J. Thiele-Strassburg i. E. wies darauf hin, dass das Dibenzalanthracen wohl als chinoid anzusehen ist, so dass ihm die Konstitution

$$C_6H_4\left\langle\begin{array}{l} C{=}CHC_6H_5 \\ \quad\;\; \rangle C_6H_4 \\ C{=}CH{-}C_6H_5 \end{array}\right.$$

zukäme. Es läge hier ein Analogon zu dem Tetraphenyl-p-xylylen vor.

2. Herr H. STOBBE-Leipzig: **Chemische Lichtwirkung und Chromatropie.**

Die Stoffe, an denen die Erscheinungen der Chromatropie beobachtet wurden, sind die farbigen Butadiëndikarbonsäureanhydride,

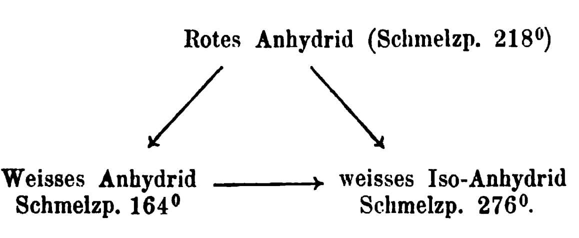
$$\begin{array}{l} \overset{H}{\underset{R}{>}}C = C - CO \\ \quad\quad\;\; | \quad\quad\;\; >O; \\ \overset{H}{\underset{R}{>}}C = C - CO \end{array} \qquad \begin{array}{l} \overset{H}{\underset{R}{>}}C = C - CO \\ \quad\quad\;\; | \quad\quad\;\; >O; \\ \overset{R}{\underset{R}{>}}C = C - CO \end{array} \qquad \begin{array}{l} \overset{R}{\underset{R}{>}}C = C - CO \\ \quad\quad\;\; | \quad\quad\;\; >O, \\ \overset{R}{\underset{R}{>}}C = C - CO \end{array} \; ^{1)}$$

die nach den von mir jüngst beschriebenen Methoden[2]) dargestellt werden können. Ihre Farbe steht in naher Beziehung zu ihrer Konstitution und ist bedingt durch das Vorhandensein des Anhydridringes und der beiden konjugierten Äthylengruppen; ihre Farbnuance — gelb, orange, rot, violett — ist abhängig von der Zusammensetzung der an α- und δ-Stelle befindlichen Radikale. Die Anhydride werden unter dem Einflusse des Lichtes in mannigfacher Weise verändert, teils vorübergehend, teils dauernd. Welche dieser beiden Umformungen eintritt, hängt ab von der Dauer der Belichtung und von dem Zustande des Anhydrides, ob es in fester Form oder in Lösung untersucht wird. Zur Erläuterung dieser höchst überraschenden Vorgänge wähle ich aus dem grossen im Laufe der Jahre gesammelten Tatsachenmateriale einige typische Fälle aus.

Erstens: Das orangerote α, δ, δ-Triphenylbutadiëndikarbonsäureanhydrid

$$\begin{array}{l} \overset{C_6H_5}{\underset{H}{>}}C = C - CO \\ \quad\quad\quad\;\; | \quad\quad\;\; >O. \\ \overset{C_6H_5}{\underset{C_6H_5}{>}}C = C - CO \end{array}$$

Es wird in festem Zustande bei Bestrahlung mit Sonnenlicht in wenigen Minuten dunkelrot, um nach darauf folgendem Verweilen im Dunkeln wieder die ursprüngliche Farbe anzunehmen. Dieser Farbenwechsel ist häufiger zu beobachten, wenn man in gleicher Weise operiert. Das Anhydrid zeigt also Phototropie, d. h. jene Eigenschaft der Stoffe, je nach der Lichtintensität verschiedene Farben anzunehmen. Belichtet man hingegen tage- oder monatelang, so vollzieht sich neben der vorübergehenden Umformung ein zweiter Vorgang, der zur Bildung eines neuen Anhydrides führt. Eine solche zweite Photoreaktion hat nun allein statt, wenn das rote Anhydrid in einem geeigneten Lösungsmittel belichtet wird. In diesem Falle entstehen zwei neue farblose Anhydride, von denen das eine, niedriger schmelzende durch weitere Insolation in das höher schmelzende umgelagert wird. Das letztere ist lichtbeständig.



---

1) R = Alkyl oder Aryl.

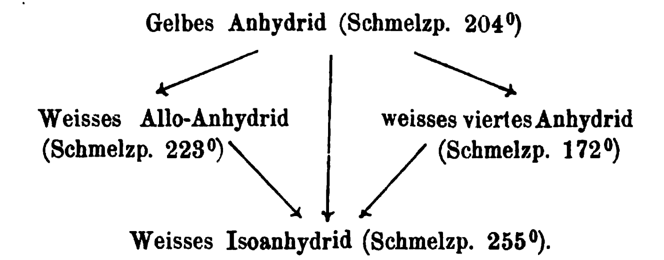
2) Berichte der deutsch. Chem. Ges. 37, 2232 u. 2236 (1904).

Diese Reaktion wird wesentlich beschleunigt durch Zusatz von Jod und zwar um so mehr, je grösser die Konzentration dieses Katalysators ist. Alle drei Anhydride haben dasselbe Molekulargewicht. Sie liefern bei der Oxydation und Reduktion die gleichen oder isomere Produkte. Durch Basen werden sie in Salze dreier verschiedener Säuren verwandelt, aus denen wiederum die ursprünglichen drei Anhydride gewonnen werden können. Sie sind also strukturidentisch.

Zweitens: Das zitronengelbe α, δ-Diphenylbutadiëndikarbonsäureanhydrid

$$\begin{array}{l} C_6H_5 - CH = C - CO \diagdown \\ \qquad\qquad\quad\ \ | \qquad\quad\ \ O. \\ C_6H_5 - CH = C - CO \diagup \end{array}$$

Dieses Anhydrid zeigt in fester Form ebenfalls Phototropie-Eigenschaften. Es wird in ganz ähnlicher Weise, wie das oben beschriebene, durch Belichtung seiner Lösungen in **drei** neue **farblose** Anhydride umgelagert, von denen zwei wiederum bei weiterer Belichtung in das lichtbeständigste, höchstschmelzende Iso-Anhydrid verwandelt werden.



Auch diese vier Anhydride sind monomolekular. Jedem von ihnen entspricht eine besondere Säure. Sie liefern Oxydations- und Reduktionsprodukte, die ebenfalls für ihre Strukturidentität sprechen. —

Harmoniert nun die Zahl der strukturidentischen Anhydride einer jeden Serie mit unseren theoretischen Anschauungen über die Konstitution und Konfiguration organischer Verbindungen?

Der Strukturformel eines Diphenylbutadiëndikarbonsäureanhydrides, bezw. deren zugehöriger Säure entsprechen drei Raumformeln, deren Projektionen die folgenden sind:

$$\begin{array}{ccc} HOOC - C & & C - COOH \\ \| & & \| \\ C_6H_5 - C - H & & H - C - C_6H_5 \end{array} ; \quad \begin{array}{ccc} HOOC - C & & C - COOH \\ \| & & \| \\ H - C - C_6H_5 & & H - C - C_6H_5 \end{array} ;$$

$$\begin{array}{ccc} HOOC - C & - - - - & C - COOH \\ \| & & \| \\ H - C - C_6H_5 & & H_5C_6 - C - H \end{array} .$$

Wird in diesen Projektionen eins der Wasserstoffatome an einem der doppelt gebundenen Kohlenstoffatome durch Phenyl ersetzt, so reduziert sich die Zahl der Formeln auf zwei:

$$\begin{array}{ccc} HOOC - C & - - - - & C - COOH \\ \| & & \| \\ C_6H_5 - C - C_6H_5 & & H - C - C_6H_5 \end{array} \text{ und } \begin{array}{ccc} HOOC - C & - - - - & C - COOH \\ \| & & \| \\ C_6H_5 - C - C_6H_5 & & C_6H_5 - C - H \end{array} .$$

Wir haben demnach in beiden Serien je ein überzähliges Anhydrid — Pleoanhydrid — eins mehr, als wir zur Zeit mit Hilfe unserer zwei- und dreidimensionalen Formeln veranschaulichen können. Sofern also die bei diesen Untersuchungen angewandten physikalischen Messmethoden und die eingeschlagenen Wege zur Konstitutionsbestimmung nicht trügen, stehen wir hier vor Tatsachen, zu deren Erklärung sich selbst die Stereochemie als unzulänglich erweist.[1]

Zu ganz analogen Resultaten gelangt man bei der Belichtung anderer Butadiëndikarbonsäureanhydride, z. B. des roten α-Piperonyl-δ,δ-diphenyl-(I), des dunkelroten α-Dimethoxyphenyl-δ, δ-diphenyl-(II) und des gelben α-Piperonyl-δ, δ-dimethyl-butadiëndikarbonsäureanhydrides (III):

$$CH_2\langle O_2 \rangle C_6H_3-CH=C-CO \;\;\; (C_6H_5)_2C=C-CO \;\; \text{(Ring: } >O\text{)};$$
I.

$$(CH_3\cdot O)_2 C_6H_3-CH=C-CO \;\;\; (C_6H_5)_2C=C-CO \;\; \text{(Ring: } >O\text{)};$$
II.

$$CH_2\langle O_2 \rangle C_6H_3-CH=C-CO \;\;\; (CH_3)_2C=C-CO \;\; \text{(Ring: } >O\text{)}.$$
III.

Auch in allen diesen Fällen entstehen entgegen der theoretischen Voraussetzung zwei neue Anhydride, welche nun aber nicht wie in den beiden zuerst zitierten Fällen farblos sind, sondern intensive Farben haben mit entweder hellerer oder tieferer Nuance als das ursprüngliche Anhydrid. Das Licht wirkt also nicht lediglich bleichend auf die farbigen Anhydride der synthetisch dargestellten Butadiëndikarbonsäuren, sondern auch teilweise farbvertiefend. Der Teil des Spektrums, welcher von den durch die Photoreaktion entstandenen Anhydriden absorbiert wird, verschiebt sich demnach regellos, teils nach dem Gebiete der brechbarsten, teils nach demjenigen der weniger brechbaren Strahlen.

Ferner folgt aus diesen Versuchen, dass die Farbe eines Stoffes durch die subtilsten Änderungen seiner Konstitution beeinflusst wird, und dass unsere bisherige Definition für „Chromophore" notwendig eine Erweiterung erfahren muss.

Diskussion. Herr G. Bredig-Heidelberg weist auf die allgemeine Definition des Katalysators hin (Berlin 1903, Internat. Kongress), nach welcher derselbe seine Konzentration während seiner beschleunigenden Wirkung wohl ändern darf, aber nur nicht in stöchiometrisch äquivalenter Menge zu der umgewandelten katalysierten Substanzmenge. Also wäre auch bei Stobbes Reaktionen das Jod noch als Katalysator aufzufassen.

1) Ein Standpunkt vergleichbar demjenigen, den die Entdecker der Crassulaceenäpfelsäure, der fünften Methylharnsäure, der dritten Zimmtsäure, einer dritten Methylbenzylhydroximsäure u. s. w. einnehmen.

3. Herr HUGO KAUFFMANN-Stuttgart: **Über den Zusammenhang zwischen Fluoreszenz und chemischer Konstitution.**

Um Beziehungen zwischen Fluoreszenz und chemischer Konstitution abzuleiten, ist es nötig, zunächst nur möglichst einfache Verbindungen zu betrachten. Diese Betrachtungen werden öfter erschwert, entweder dadurch, dass die Fluoreszenz ihr Auftreten manchmal einer nur spurenweise vorhandenen und schwer zu entfernenden Verunreinigung verdankt, oder dadurch, dass die Fluoreszenz im Ultraviolett liegt und sich so der Beobachtung entzieht. Die Fluoreszenz besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Erscheinungen, nämlich: Absorption und Emission von Lichtstrahlen. Von diesen ist die Emission die merkwürdigere, da bei gewöhnlicher Temperatur Lichtstrahlen von keinem Körper ausgestrahlt werden sollten. Der Vortr. hat vor allem die violette Emission näher studiert. Er fand, dass dieses Emissionsvermögen bei Benzolderivaten sehr verbreitet ist und sowohl bei fluoreszierenden, wie bei nicht fluoreszierenden Verbindungen auftreten kann. Die violette Emission hat ihren Sitz im Benzolring und hängt wesentlich von dem Zustande desselben ab, sie lässt sich bei nicht fluoreszierenden Verbindungen leicht nachweisen mit Hilfe von TESLAströmen oder von Radiumstrahlen. Die β-Strahlen des Radiums, bei deren Absorption die chemische Konstitution von untergeordneter Bedeutung zu sein scheint, erregen sehr viele aromatische Körper, insbesondere ringreiche oder solche mit Amino- oder Hydroxylgruppen, noch auf grössere Entfernung zum Leuchten. Zu den einfachsten Verbindungen mit violetter Emission gehören Anilin und Hydrochinon, die aber durch Licht noch nicht zum Strahlen angeregt werden. Letzteres wird möglich, d. h. der Stoff wird fluoreszierend, wenn noch gewisse andere Gruppen, die als fluorogene Chromophore bezeichnet werden können, etwa Karboxylgruppen, eingeführt sind. Die blaue, grüne u. s. w. Fluoreszenz hat gleichfalls ihren Sitz in einem mit einem fluorogenen Chromophor verbundenen Benzolring. Chromophore, die stark farbvertiefend wirken, z. B. die Nitrogruppe, sind nicht fluorogen; die anderen dagegen, wie etwa CH:CHCOOH, oder überhaupt Gruppen mit Kohlenstoffdoppelbindung besitzen diese Eigenschaft zum Teil in sehr hohem Masse und erfordern unter Umständen nicht einmal die Gegenwart einer NH_2 oder OH-Gruppe; beispielsweise ist das von Prof. HELL aufgefundene, stark fluoreszierende 1,4-Diphenylbutadiën zu nennen. Da auch dihydrierte Benzol- (und Pyridin-)derivate zur Lichtemission und Fluoreszenz angeregt werden können, so folgt, dass nur ein bestimmter Teil des Ringes die Ausstrahlung veranlasst.

4. Herr A. WIELER-Aachen: **Über das Auftreten organismenartiger Gebilde in chemischen Niederschlägen.**

Die Untersuchungen des Vortr. haben ihren Ausgang von dem basischen Kupferkarbonat genommen, dessen Einwirkung auf Pflanzen untersucht werden sollte. Aus dem durch Fällung von Kupfervitriollösung mittels Sodalösung entstehenden voluminösen blauen Niederschlag bildet sich nach einiger Zeit bei Zimmertemperatur, wenn nicht oder nicht genügend ausgewaschen wird, ein kompakter grüner Niederschlag von basischem Kupferkarbonat. Bei der mikroskopischen Untersuchung schien dieser Niederschlag aus Sprosspilzen zu bestehen. Der Durchmesser der einzelnen Individuen schwankt zwischen 0,002—0,013 mm; ihr Aufbau ist der typische einer Zelle: eine Membran, eine wandständige Schicht, welche man als Plasma deuten könnte, wenn auch der charakteristische Aufbau desselben nicht zu erkennen ist, und daran nach innen anschliessend ein Hohlraum, der mit dem festen Karbonat als Sphärokristall erfüllt ist. Die Membranen sind entweder glatt oder zeigen Skulpturen (Buckel, Leisten etc.) Eine Blaufärbung der wandständigen Schicht bei Anwendung von alkalischer

Methylenblaulösung scheint auch zugunsten der Plasmamembran zu sprechen. Aus dem Verhalten dieser Gebilde gegen verdünntes Ammoniak und verdünnte Säure, wodurch das Kupferkarbonat aus dem Hohlraum herausgelöst wird, ergibt sich, dass die Beschaffenheit der Membran in chemischer Beziehung von der der gewöhnlichen Pflanzenzellen erheblich abweicht, was allerdings noch kein ausschlaggebender Einwand gegen die pflanzliche Natur dieser Gebilde wäre. Dahingegen widerspricht derselben das Verhalten gegen die Temperatur. Es gelingt nicht, die Keime, welche vorausgesetzt werden müssten, wenn es sich um Organismen handelte, durch die üblichen Sterilisierungsmethoden zu töten; selbst ein Erhitzen der trockenen Substanzen (Kupfervitriol und Soda) auf 200^{0} vernichtet sie nicht. Und so ist es auch kein Wunder, wenn die Gebilde sich in kochenden Lösungen lebhaft entwickeln. Aus diesem Verhalten gegen die Temperatur geht unzweifelhaft hervor, dass hier keine Organismen vorliegen, welche sich an eine Lebensweise im Kupferkarbonat angepasst haben, sondern anorganische Bildungen, welche von ähnlichen Gestaltungs- und Wachstumsverhältnissen beherrscht werden wie die niederen Organismen. Alsdann kann es sich aber unmöglich um ein einzelnes Vorkommnis handeln, sondern das Auftreten organismenartiger Gebilde in chemischen Niederschlägen muss unter ähnlichen Umständen allgemein sein und weite Verbreitung haben. Sie waren zunächst in Karbonaten, ferner in basischen Niederschlägen überhaupt zu erwarten, ja manche Abbildungen bei Haushofer, mikroskopische Reaktionen, deuteten daraufhin, dass sie in den verschiedenartigsten Niederschlägen ohne Rücksicht auf deren Charakter vorkommen können. Von dem Vortr. wurden einige neunzig Niederschläge untersucht. Zur Anwendung kamen Salze von Ca, Ba, Mg, Al, Zn, Cd, Be, Ag, Cu, Pb, Fe, Co, Ni, Mn. Als Fällungsmittel dienten das Karbonat von K, Na, Am, Natriumbikarbonat, phosphorsaures Kalium, Kaliumacetat, Jodkalium, Borax, Oxalsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kalilauge, Ammoniak. Die Fällung geschah in Bechergläsern nach beliebigen Mengenverhältnissen. Die allermeisten dieser Niederschläge waren gelatinös oder voluminös, die allerwenigsten kristallisiert. Unter dem Mikroskop machen jene den Eindruck von Bakterienzoogloëen; bei wechselnder Einstellung bemerkt man jedoch, dass die scheinbaren Kokken Sprossverbänden angehören. Der Durchmesser der Einzelindividuen ist meist sehr klein ($^{1}/_{1000}$ mm), eine genauere Untersuchung solcher Niederschläge ist deshalb unmöglich. In vielen Fällen erhält man aber entweder sofort bei der Fällung oder nach einiger Zeit Gebilde von so grossen Dimensionen, dass sie genau untersucht werden können. Der Vortr. beschränkte sich darauf, unter Vorlegung von Zeichnungen nach den mikroskopischen Präparaten, seine Beobachtungen an Magnesiumkarbonat, Eisenkarbonat, Cadmiumhydroxyd, Zinkphosphat und oxalsaurem Calcium hervorzuheben. In diesen Niederschlägen machen sich allerlei Verschiedenheiten bemerkbar. In einigen herrschen Sprossverbände vor, so z. B. beim Zinkphosphat. Beim Magnesiumkarbonat und Cadmiumhydroxyd treten vorwiegend Einzelindividuen von kugeliger oder namentlich beim Cadmiumhydroxyd auch biskuitförmiger Gestalt auf; die Sprossverbände treten zurück. Beim oxalsauren Kalk konnten nur Biskuitformen beobachtet werden. Beim Eisenkarbonat kommen kleine Sprossverbände neben Einzelindividuen vor. Allen diesen Gebilden ist gemeinsam, dass die Membranen Skulpturen aufweisen, die ihnen ein stacheliges oder warziges Aussehen verleihen. Die chemische Verbindung füllt den Hohlraum aus als Sphärokristall. Durch entsprechende Wahl der Konzentration des Lösungsmittels kann in allen Fällen die Verbindung herausgelöst werden; es bleibt dann die Hülle, ohne zu kollabieren, übrig.

Die Entstehung und Ausbildung dieser organismenartigen Gebilde zu er-

klären, scheint dem Vortr. vor der Hand ausgeschlossen zu sein. Ähnliche Erscheinungen treten nur bei Organismen auf; hier ist aber eine befriedigende Erklärung entweder nicht gelungen oder hat sich als das Ergebnis sehr komplizierter Vorgänge herausgestellt. Auch in den chemischen Niederschlägen wird man sehr komplizierte Vorgänge annehmen müssen. Die TRAUBEschen Zellen, welche wohl ein Auftreten und ein Wachstum von Membranen verständlich machen können, scheinen dem Vortragenden nicht ausreichend zur Erklärung, da sie seiner Ansicht nach die Bildung der Membranskulpturen und das Auftreten der Scheidewände nicht erklären können. Eine befriedigende physikalisch-chemische Erklärung der Entstehung dieser organismenartiger Gebilde würde voraussichtlich für eine mechanische Erklärung ähnlicher Erscheinungen in der Biologie von grösster Wichtigkeit sein.

Aus dem Auftreten organismenartiger Gebilde in chemischen Niederschlägen dürfte sich aber eine bedeutsame Folgerung ergeben. Man wird diese Gebilde nämlich dort zu finden erwarten dürfen, wo in der Natur chemische Niederschläge auftreten, also im Mineralreich. Man wird sie dort suchen dürfen, wo die Verbindung in amorpher Form oder in kompakten Massen vorkommt. Durch geeignete Behandlung mit Säuren ist es dem Vortr. gelungen, eine wabige Struktur in dem Malachit nachzuweisen, wie man sie bei entsprechender Behandlung auch an manchen chemischen Niederschlägen beobachten kann. Sehr schön trat sie beim Nickelkarbonat hervor, welches auf der Oberfläche der Flüssigkeit beim Fällen als Membran aufgetreten war. Durch verdünnte Säure lässt sich die grüne Verbindung herauslösen; es bleibt eine wabige Haut übrig, welche in ihrem Aussehen an eine Kraterlandschaft en miniature erinnert. Auch beim Dolomit lässt sich eine wabige Struktur nachweisen. Weitere Mineralien konnte der Vortragende leider noch nicht untersuchen. Die bisherigen Ergebnisse ermutigen aber zu einer Fortsetzung der Untersuchungen.

Diskussion. Herr BERNTHSEN-Mannheim erinnert an die zahlreichen Arbeiten von G. QUINCKE in Heidelberg, in denen die Bildung von zellähnlichen Gebilden durch chemische Umsetzungen beschrieben wird, und bei denen es sich selbstredend nicht um „Organismen" handelt.

Herr G. BREDIG-Heidelberg weist auf die Arbeiten von LIESEGANG, MORSE & PIERCE, J. TRAUBE u. a. hin, welche solche oder ähnliche Strukturbildung erzeugen konnten.

Herr ROSEN-Breslau bittet den Herrn Vortragenden, seine Präparate der nächsten botanischen Sektionssitzung zugänglich zu machen, was der Herr Vortragende zusagt.

Herr A. SCHERFFEL-Igló bemerkt, dass diese Bildung stark an Sphärite erinnere, die namentlich in Medien viscoser Natur entstehen.

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr W. NERNST-Göttingen.

Zahl der Teilnehmer: 50.

5. Herr FRANZ SACHS-Berlin: **Einige neue Anwendungen der GRIGNARDschen Reaktion.**

Es wird über drei von einander unabhängige Untersuchungen berichtet, deren gemeinschaftliches Bindeglied die magnesium-organischen Verbindungen sind:

1. Die Einwirkung dieser Körper auf tertiäre Amine, wie Pyridin, Chinolin etc., wobei einheitliche Additionsprodukte erhalten wurden.

2. Einwirkung auf heterocykliche Ringsysteme, welche ein oder zwei Carbonylgruppen enthalten, wie Phtalimid, Saccharin und Indigo. Hierbei treten verschiedene Reaktionen ein, die zum Teil unter Ringbildung verlaufen.

3. Die Darstellung eines 3, 4-Dioxytriphenylcarbinols nach GRIGNARD und mittelst Brenzkatechins, Benzophenonchlorids und konzentrierter Schwefelsäure.

(Über den Inhalt dieser Abhandlungen siehe Genaueres in dem im September 1904 erschienenen Hefte der Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft.)

Diskussion. Herr J. v. BRAUN-Göttingen bemerkt, dass auch andere tertiäre Basen, als die der Pyridinreihe, sich mit Magnesiumhalogenallylen verbinden.

6. Herr A. LADENBURG-Breslau: **Reindarstellung des Isostilbazolins.**

Das, was ich Ihnen mitzuteilen habe, ist eine Fortsetzung früherer Arbeiten, die ich mit wenigen Worten in Ihr Gedächtnis zurückrufen will.

Vor etwa 15 Jahren hat mein damaliger Assistent BAURATH durch Einwirkung von Benzaldehyd auf α-Picolin das Stilbazol dargestellt, das durch Reduktion nach meiner Methode zu Stilbazolin reduziert wird.

```
          CH2                            CH
        /     \                        /    \\
   CH2          CH2                CH          CH
    |            |                 ||           |
   CH2          (C)H · CH2 · CH2 · CH          CH
        \     /                        \    //
          NH                             CH
```

Dieses besitzt ein asymmetrisches Kohlenstoffatom (C), und es ist mir, wie ich vor einem Jahre in Cassel mitteilen konnte, gelungen, dasselbe in seine optischen Isomeren zu spalten. Durch d-Weinsäure gewinnt man sehr leicht das l-Stilbazolin, während ich durch l-Weinsäure jetzt auch das d-Stilbazolin dargestellt habe. Das Drehungsvermögen der Basen habe ich jetzt noch etwas höher als früher gefunden, da der Base früher noch etwas Äther anhaftete, den ich jetzt sehr sorgfältig entfernte. Es wurden gefunden bei 18^0:

$[\alpha_D]$ für l-Stilbazolin $-11{,}50^0$,
$[\alpha_D]$ für d-Stilbazolin $12{,}16^0$.

Erhitzt man l-Stilbazolin längere Zeit (2—4 Tage) auf seinen Siedepunkt (gegen 300^0), so nimmt das Drehungsvermögen wesentlich ab, und ich habe schon früher nachweisen können, dass in dem so entstehenden Gemenge eine optisch aktive Base von der Zusammensetzung des Stilbazolins enthalten sein müsse, deren Existenz durch die Theorie des asymmetrischen Kohlenstoffs nicht zu erklären ist.

Der Nachweis geschah so, dass ein Gemenge von d- und l-Stilbazolin hergestellt wurde mit ebenso grossem Drehungsvermögen, als jener durch Erhitzen des l-Stilbazolins gewonnenen Base zukommt, das sich aber von dieser ganz verschieden erwies. Namentlich zeigten sich diese Unterschiede an den d-Bitartraten. Das der letzteren Base bestand aus grossen Kristallen mit wenig nicht kristallisierbarer Mutterlauge, das Salz des Gemenges trocknete zu einem Sirup ein,

der erst nach Tagen zu einer amorphen Masse erstarrte. Die letztere war in weniger als zwei Teilen Wasser löslich, während die erstere 7 Teile nötig hatte.

Hierdurch war die Existenz des Isostilbazolins erwiesen, es handelte sich nur noch um die Reindarstellung desselben. Das war offenbar eine schwierige Aufgabe. Es handelte sich nämlich um die Trennung des Isostilbazolins vom l-Stilbazolin und d-Stilbazolin, das doch auch offenbar beim Erhitzen entstanden war. R-Stilbazolin scheint bei gewöhnlicher Temperatur nicht zu existieren, was ich durch Mengen gleicher Quantitäten von d- und l-Stilbazolin, wobei keine Temperaturveränderung zu beobachten war, nachgewiesen habe.

Zur Abscheidung der d-Base war es unschwer, eine Methode zu finden, die sich eigentlich als selbstverständlich aus den schon früher gefundenen Tatsachen ergab. Dieselbe besteht in der Darstellung und Kristallisation des Bitartrats. Dabei musste das Salz der d-Base in der Mutterlauge bleiben. In der Tat wurde sehr wenig Mutterlauge erhalten, von der durch Absaugen, Pressen etc. möglichst vollständig getrennt wurde. — Zur Trennung von Iso- und l-Base konnte aber das Salz nicht verwertet werden, da nach früheren Beobachtungen das Tartrat der l-Base schwerer löslich ist als das der Iso-Base. Dagegen eignete sich, wie nach vielen Versuchen gefunden wurde, zu diesem Zweck das neutrale l-Tartrat, und zwar zeigte es sich, dass bei der Iso-Base dieses Salz selbst in mässig saurer Lösung ziemlich reichlich ausfällt, während dies bei der l-Base in viel geringerem Masse der Fall ist. Darauf wurde die Trennung gegründet.

Das aus dem d-Bitartrat gewonnene Basengemenge wurde in ziemlich konzentrierter Lösung in l-Tartrat verwandelt und zwar so, dass auf 1,3 Mol. der Base 1 Mol. der l-Weinsäure angewendet wurde. Es fiel ein in regulären sechseckigen Tafeln kristallisierendes Salz aus, das nach 24 Stunden von der Mutterlauge getrennt und noch 1—2 mal aus Wasser umkristallisiert wurde. Es stellte dann einen farblosen, in hexagonalen Tafeln kristallisierenden Körper dar, der nach längerem Trocknen im Exsiccator bei 214^0—215^0 schmolz und die Zusammensetzung des neutralen l-weinsauren Stilbazolins besass.

Gef. 67,81 Proz. C und 8,71 Proz. H,
ber. 68,19 Proz. C und 8,32 Proz. H.

Die daraus dargestellte Base zeigt den Drehungswinkel $-6{,}34^0$, also war $[\alpha_D] = -6{,}52^0$, da das spezifische Gewicht der Base zu 0,9727 bei 19^0 gefunden wurde.

Diese Base wurde nun von neuem in neutrales l-Tartrat verwandelt wie oben, d. h. durch Vermengen von 1 Mol. Säure mit 1,3 Mol. Base. Das auskristallisierende Salz wurde wieder von der Mutterlauge sorgfältig getrennt und in Base übergeführt, die jetzt den Drehungswinkel $-5{,}66^0$ zeigte, so dass $[\alpha_D] = -5{,}82$ war. Diese Base wurde wieder in neutrales Tartrat verwandelt, indem 2 Mol. Base auf 1 Mol. Säure zusammengebracht wurden. Das Salz zeigte unverändert den Schmelzpunkt 214^0—215^0. Obgleich diese Tatsachen die Reinheit der zuletzt erhaltenen Isobase sehr wahrscheinlich machen, so habe ich doch der Sicherheit halber und in Anbetracht der Wichtigkeit des Versuches denselben wiederholt.

Diesmal wurde eine viel schwächer drehende Rohbase angewendet, die durch 4tägiges Erhitzen gewonnen worden war. Sie zeigte den Drehungswinkel $-5{,}8^0$, während die Rohbase des ersten Versuches, die nur durch 2tägiges Erhitzen gewonnen war, den Drehungswinkel $-7{,}2^0$ zeigte.

Die Reinigung geschah wie das erste Mal, d. h. die Base wurde zunächst zur Trennung von gebildeter d-Base in d-Bitartrat umgewandelt, dann daraus

die Base wiedergewonnen und diese dann in saurer Lösung (d. h. durch Zusammenbringen von 1,3 Mol. Base mit 1 Mol. Säure) in neutrales l-Tartrat übergeführt, das durch Umkristallisieren gereinigt wurde. Es zeigte denselben Schmelzpunkt 214°—215° und dieselbe Kristallform wie früher. Die daraus dargestellte Base hatte den Drehungswinkel —5,69°, ihr Drehungsvermögen berechnet sich daraus zu

$$[\alpha_D] = -5{,}85^0,$$

d. h. genau wie beim ersten Versuch.

Daraus geht wohl mit genügender Sicherheit die Reinheit der gewonnenen Base hervor, doch habe ich, um jeden Zweifel zu heben, noch eine zweite Methode gesucht und gefunden zur Trennung der Iso-Base von der l-Base. Diese wurde in der Kristallisation des kampfersulfosauren Salzes gefunden, nachdem Vorversuche gezeigt hatten, dass das Salz der Isobase viel leichter und rascher kristallisiert als das der l-Base. Ausgeführt ward der Versuch mit einem Basengemenge aus der Mutterlauge bei der Abscheidung des neutralen l-Tartrates, das also keine d-Base mehr enthielt und einen Drehungswinkel von —6,14° zeigte. Dies wurde in äquivalentem Verhältnis mit Kampfersulfosäure versetzt und im Exsiccator verdunsten gelassen. Nach 48 Stunden war eine harte Kristallmasse entstanden, die in einen Sirup eingebettet war. Die Kristalle wurden abgesaugt und zerlegt, die gewonnene Base zeigte einen Drehungswinkel von —5,4°, was mit den früheren Beobachtungen gut übereinstimmt.

Diese Base wurde nun der Destillation im luftverdünnten Raum unterworfen. Bei 30 mm lag der Siedepunkt bei 167°. Die Analyse ergab 82,1 Proz. C und 10,14 Proz. H. Berechnet ist 82,5 Proz. C und 10,10 Proz. H. Der Drehungswinkel war jetzt —5,68°, also

$$[\alpha_D] = -5{,}84^0.$$

Nun wurde auch die Base aus dem neutralen l-Tartrat der Destillation im luftverdünnten Raum unterworfen und der Siedepunkt bei 26 mm zu 162° gefunden. Der Drehungswinkel war —5,56°, also $[\alpha_D] = -5{,}71^0$.

Diese Base betrachte ich als rein, und es blieb mir nur noch übrig, ihre Eigenschaften und die ihrer Salze etwas genauer festzulegen und namentlich mit denen der l-Base zu vergleichen. Schon früher habe ich angegeben, dass die d-Bitartrate der beiden Basen isomorph sind; dasselbe gilt auch von den neutralen Tartraten, die beide in hexagonalen Tafeln kristallisieren und von Herrn Dr. SACHS gemessen wurden. Der Schmelzpunkt des Salzes der l-Base liegt bei 211—212° (der der Isobase 214—215°, s. o.). Die Analyse ergab 67,33 Proz. C und 8,77 H und nach abermaligem Trocknen im Vakuumexsiccator

67,19 Proz. und 8,64 Proz. H.

Danach scheint das Salz etwas Wasser zurückzuhalten, denn es berechnet sich dafür die Formel

$$(C_{13}H_{19}N)_2\ C_4H_6O_6\ {}^1/_2\,H_2O,\ 67{,}04 \text{ Proz. C und } 8{,}39 \text{ Proz. H},$$

während das Salz der Isobase wasserfrei wird nach dem Verweilen im Vakuumexsiccator.

Der grösste Unterschied zwischen beiden Salzen besteht darin, dass das Salz der Isobase aus saurer Lösung sich viel reichlicher und rascher abscheidet, als das der l-Base, wie aus folgenden Daten hervorgeht:

12 g (nicht ganz reine) Isobase (1,3 Mol.) wurden mit 7,2 g l-Weinsäure (1 Mol.) in 21,6 g H_2O gelöst versetzt. Die Kristallisation begann sofort,

und nach wenigen Stunden war ein dicker Kristallbrei entstanden, der aus hexagonalen Tafeln bestand, die abgesaugt und gepresst wurden. Es blieben 7 g.

Ganz ähnlich wurde mit 8 g l-Base verfahren, nur dass, statt auf 1 Teil l-Säure 3 Teile Wasser zu nehmen, nur 2,3 angewendet wurden, und dass einen ganzen Tag im Vakuumexsiccator stehen gelassen wurde. Nach Absaugen und Pressen blieben 2 g, also nur 44 Proz. der Menge, die bei der Isobase erhalten worden war.

Bei Anwendung von 3 Teilen Wasser auf 1 Teil l-Weinsäure kristallisierte bei Anwendung von l-Base gar nichts aus, bis die Flüssigkeit sirupdick geworden war. Dann kristallisierten feine Prismen, die bei 76°—78° schmolzen, also zweifellos kein neutrales Salz waren, so dass auf diesem verschiedenen Verhalten die Trennungsmethode gegründet werden konnte.

Weit weniger unterscheiden sich die beiden Salze durch ihre Löslichkeit im Wasser. 100 Teile desselben lösen nämlich bei 17° 12,96 Teile des l-Salzes (als Mittel aus 2 Bestimmungen, die um 0,03 differieren), während sie 12,05 Teile des Isosalzes lösen (Mittel aus 2 Bestimmungen, die um 0,2 differieren).

Ferner wurden die Chlorhydrate beider Basen verglichen. Dieselben wurden durch Neutralisation und Abdampfen hergestellt und aus Aceton umkristallisiert. Beide bilden feinen Nadeln oder Prismen Das Salz der l-Base schmilzt bei 149°—150°, das der Isobase bei 150—151° bei gleichzeitiger Beobachtung.

Die Analyse des l-Salzes ergab 16,1 Proz. Cl, während 15,7 Prozent berechnet waren. Die Analyse des Isosalzes gab

69,1 Proz. C und 8,99 Proz. H,
ber. 69,2 Proz. C und 8,87 Proz. H.

Auch die Golddoppelsalze beider Basen zeigen die grösste Ähnlichkeit. Sie fallen ölig aus und erstarren fast momentan kristallinisch. Beim Umkristallisieren aus verdünnter Salzsäure erhält man gelbe, glänzende feine Prismen. Das Salz der l-Base schmilzt bei 116°—117°, das der Isobase bei gleichzeitiger Beobachtung bei 117°—118°, d. h. es fängt zu schmelzen an, wenn das andere geschmolzen ist. Die Au-Bestimmung des letzteren Salzes ergab 36,9 Proz. Au, während 37,29 Proz. Au berechnet sind.

7. Herr F. W. Küster-Clausthal: **a) Beiträge zum Schwefelsäure-Kontaktverfahren.** (Nach Versuchen der Herren Franke und W. Geibel.)

Obwohl wir über das Schwefelsäure-Kontaktverfahren von einer Reihe von Forschern eine Anzahl eingehender und z. T. sehr bedeutungsvoller Veröffentlichungen besitzen, so ist das Verfahren doch noch nicht nach jeder Richtung hin erschöpfend bearbeitet. Das Studium der Literatur zeigt vielmehr, dass die Ansichten über mancherlei Einflüsse noch keineswegs ganz geklärt sind. Ich habe deshalb schon vor mehr als 2 Jahren Herrn Bergreferendar Franke veranlasst, eine Anzahl von Versuchen zunächst über die Schwefeltrioxydkatalyse mit Vanadiumpentoxyd auszuführen. Über die wichtigsten hierbei erhaltenen Resultate soll hier ganz kurz berichtet werden.

Zunächst wurden Versuche mit Gemischen von 66²/₃ Proz. Sauerstoff und 33¹/₃ Proz. Schwefeldioxyd durchgeführt. Bei 450° und einer Stromgeschwindigkeit von 1,0 ccm Gas in der Minute gaben mehrere Versuche hinter einander 99,6 Proz. Ausbeute an SO_3, wenn das Gasgemisch in dem Trocknungsgrade verwendet wurde, den es durch Passieren mehrerer mit der gewöhnlichen, reinen, konzentrierten Schwefelsäure des Handels gefüllter Waschflaschen annimmt. Als aber das Gas nach der Trocknung durch Schwefelsäure noch eine lange Schicht von Phosphorpentoxyd passierte, gaben unter sonst gleichen

Bedingungen die nächsten Versuche nur 70,1; 70,0 und 70,0 Proz. SO_3. Die Reaktionsgeschwindigkeit in dem phosphorpentoxydtrockenen System ist also eine viel kleinere als in dem schwefelsäuretrockenen System. Als die Gasstromgeschwindigkeit auf einen kleinen Bruchteil der bisherigen verringert wurde, gab auch das phosphorpentoxydtrockene System 99,6 Proz. Ausbeute. Als tagelang mit Phosphorpentoxyd getrocknetes Gas durch das Rohr geleitet wurde, wurde die Wirkung der Kontaktmasse immer schlechter, sie stieg aber sofort wieder, wenn eine Spur Feuchtigkeit in das Rohr gelassen wurde. Ein zu hoher Grad von Feuchtigkeit ist aber noch schädlicher als zu starke Trocknung. Sehr lehrreich ist in dieser Hinsicht die folgende Versuchsreihe, die bei konstanter Temperatur und Stromgeschwindigkeit durchgeführt wurde.

Nachdem die Kontaktmasse durch tagelanges Arbeiten mit phosphorpentoxydtrockenen Gasen ihre Wirksamkeit sehr vermindert hatte, wurde 36 Stunden lang ein ungetrockneter Luftstrom durch sie hindurchgeleitet. Dann wurden die Versuche mit schwefelsäuretrockenem Gase wieder aufgenommen und 14 Stunden lang unter ungeänderten Bedingungen durchgeführt. Anfangs schien überhaupt kein SO_3 zu entstehen, denn am Ende des Rohres traten erst nach 35 Minuten Nebel auf. Die von 2 zu 2 Stunden ausgeführten Messungen ergaben:

nach	2	4	6	8	10	12	14 Stunden.
$^0/_0 SO_3$	52,3	73,8	80,6	83,9	84,2	84,0	84,1

Vor dem intensiven Trocknen durch Phosphorpentoxyd und darauffolgenden Behandeln mit ungetrockneter Luft hatte das Rohr bei gleicher Temperatur und Gasgeschwindigkeit als Durchschnitt vieler Versuche mit schwefelsäuretrocknen Gasen 84,3 Proz. gegeben, so dass also die durch Feuchtigkeit verdorbene Kontaktmasse in schwefelsäuretrocknem Gasstrom nach etwa 10 Stunden ihre normale, konstant bleibende Wirksamkeit wieder erreicht hatte. Nach 14 Stunden wurde dann das Phosphorpentoxydrohr eingeschaltet, und sofort ging die Ausbeute zurück, so dass nach 2 weiteren Stunden, also in Summa nach 16 Stunden, nur noch 70,9 und nach 24 Stunden nur noch 67,5 Proz. Schwefeltrioxyd entstanden.

Weiterhin wurde durch sehr zahlreiche Versuche ermittelt, wie sich mit Vanadinpentoxyd als Katalysator die Ausbeuten an Schwefeltrioxyd ändern, wenn Stromgeschwindigkeit und Temperatur gleichzeitig variiert werden, jedoch kann auf das sehr umfangreiche Versuchsmaterial hier nicht weiter eingegangen werden. Als für die Praxis geeignetste Temperatur der Vanadinpentoxydkatalyse kann etwa 550^0 gelten.

Im Laufe des letzten Jahres ist dann auch noch die Schwefeltrioxydkatalyse durch Eisenoxyd untersucht worden, wozu eine Veröffentlichung von Lunge und Pollitt (Z. f. angew. Ch. 1902) Veranlassung gab. Diese Autoren glaubten gefunden zu haben, dass arsenfreies Eisenoxyd ein anderes, und zwar ein niedrigeres Gleichgewicht der Schwefeltrioxydbildung ergebe als arsenhaltiges, ein Resultat, das unmöglich richtig sein konnte. Wir sind denn auch durch unsere Versuche zu ganz anderen Resultaten gekommen als Lunge und seine Mitarbeiter; denn unsere Resultate sind in kurzen Worten die folgenden:

1. Das Gleichgewicht zwischen Schwefeldioxyd, Sauerstoff und Schwefeltrioxyd ist von einem Arsengehalt des als Katalysator dienenden Eisenoxyds unabhängig.

2. Auch der Feuchtigkeitsgrad beeinflusste das fragliche Gleichgewicht nicht. —

Will man schwache Säuren mit Hilfe von Widerstandsmessung titrieren. so gibt man die Natronlauge in das Widerstandsgefäss und lässt die Säurelösung eintropfen. Man erhält dann die Neutralpunkte entweder als Minima der Leitfähigkeit oder als scharf ausgeprägte Schnittpunkte zweier Kurvenzüge. Essigsäure, Milchsäure, Weinsäure und Zitronensäure, für welche das Verfahren geprüft wurde, ergaben vollkommen scharfe und richtig liegende Neutralisationspunkte. Die Weinsäurekurve ist in der Figur wiedergegeben. Vom Kaufmann bezogener „Weinessig“, der so stark gefärbt war, dass Indikatoren nicht verwendet werden konnten, titrierte sich gerade so gut wie reine Essigsäure. Die Kurve ist in der Figur wiedergegeben.

Auch bei einem „Deutschen Rotwein“ (Flasche 70 Pf.) ergab die Methode die bei weitem schärfsten Resultate. Nach Mohr titriert, entsprach der Rotwein 7 ccm $^1/_{10}$ n Salzsäure, jedoch war die Unsicherheit 0,3 bis 0,5 ccm. Die Tüpfelmethode nach Lunge-Böckmann liess auch noch eine Unsicherheit von einigen Zehntel ccm übrig, durch Widerstandsmessung hingegen ging die Unsicherheit auf einige Hundertstel ccm zurück.

Eine gewogene Menge Magnesia wurde in überschüssiger Schwefelsäure gelöst und mit $^1/_{10}$ n Natronlauge zurücktitriert. Methylorange und Phenolphtaleïn zeigten über einen halben ccm hin Neutralität an, die Walzenbrücke aber ergab die Neutralisation genau bei 10,00 ccm.

Chinaalkaloide lassen sich bekanntlich in wässriger Lösung nicht mit Indikatoren titrieren, ausgezeichnet aber durch Widerstandsmessung. Mit Chinin wurden durch Lösen in überschüssiger Salzsäure und Zurücktitrieren 13 Einzelbestimmungen durchgeführt, wobei sich zeigte, dass Chinin in wechselnder Konzentration bis auf Hundertstel ccm $\frac{1}{10}$ n Lösung richtig titriert werden kann. Cinchonin ergab in 4 Versuchen statt der berechneten 2,46 ccm Barytwasser zum Zurücktitrieren 2,45; 2,47; 2,43 und 2,48 ccm, im Mittel genau 2,46 ccm. Für Chinidin wurden 2,68 und 2,68 statt 2,68 ccm verbraucht. Cinchonidin verbrauchte 2,46 und 4,96 an Stelle von 2,50 und 5,00 ccm $^1/_5$ n Barytwasser.

Hiernach unterliegt es keinem Zweifel, dass Titrationen sehr oft durch Widerstandsmessungen durchführbar sein werden, wo Indikatoren versagen. Bei unseren zahlreichen diesbezüglichen Versuchen sind wir nur auf einen Misserfolg gestossen: Es gelang uns nicht, die Acidität des Magensaftes durch Leitfähigkeitsmessung zu ermitteln, freilich konnten wir aus Mangel an Material die Versuche nicht lange fortsetzen.

Diskussion. Herr G. Bredig-Heidelberg weist auf den Einfluss der atmosphärischen Kohlensäure für das Minimum der Leitfähigkeit beim Titrieren von saurer nach alkalischer Reaktion hin.

Ausserdem sprach Herr W. Nernst-Göttingen.

Herr F. W. Küster-Clausthal antwortet auf die Bemerkung des Herrn Nernst: Die theoretisch zu erwartende Abflachung des Durchschnittes der beiden Leitfähigkeitskurven kommt in der Praxis nicht deutlich zur Beobachtung, weil die kleinsten bei der Titration zur Messung gelangenden Flüssigkeitsmengen gross sind gegen die Mengen, welche nach der Rechnung die Abrundung des Kurvendurchschnittes herbeiführen.

Herrn G. Bredig gegenüber bemerkt Vortragender: Der Kohlensäureeinfluss ist ebenfalls ein so geringer, dass er in den unvermeidlichen Versuchsfehlern verschwindet, zumal immer unter gleichem Kohlensäureeinfluss gearbeitet wird, die Einflüsse sich also als relativ konstant kompensieren.

8. Herr R. KREMANN - Graz: **Über das Schmelzen dissoziierender Stoffe und deren Dissoziationsgrad in der Schmelze.**

Auf der vorjährigen Versammlung zu Cassel wies Herr Prof. F. W. KÜSTER gelegentlich der von ihm und mir untersuchten Hydrate der Salpetersäure darauf hin, dass es möglich sein dürfte, aus dem verschiedenen Grade der Abflachung der Maxima von Schmelzkurven einen Schluss zu ziehen auf den Grad der Dissoziation der betreffenden Hydrate in der Schmelze.

In liebenswürdiger Weise hatte Herr Prof. F. W. KÜSTER mir das Thema zur Verfügung gestellt, und ich möchte mir erlauben, Ihnen heute über meine diesbezüglichen Versuche zu berichten.

Nehmen wir das Schmelzdiagramm zweier Stoffe A und B auf, die zu einer Verbindung AB zusammentreten, so werden wir einen ausgezeichneten Punkt C erhalten, den Schmelzpunkt der Verbindung AB (siehe Fig. 1), der nach der Forderung der Theorie durch den Schnittpunkt zweier Geraden gegeben ist, falls die Verbindung AB ohne inneren Verfall schmilzt.

Dieser seltene Fall war von STORTENBECKER am Chlorjod beobachtet worden. In einem solchen Fall würden die Komponenten A und B beim Zusatz zur Verbindung AB völlig als Fremdstoffe wirken und deren Schmelzpunkt, der VAN'T HOFFschen Formel gehorchend, erniedrigen. In der Regel tritt jedoch dieser Fall nicht ein. Meist ist e_1Ce_2 mehr oder weniger abgeflacht, etwa wie $e_1C_1e_2$, je nach dem stärkeren oder geringeren Zerfall der Verbindungen in der Schmelze. Bei genügendem Zerfall und der damit verbundenen Abflachung wäre ja der Fall denkbar, dass der der Verbindung AB angehörige Teil des Schmelzdiagrammes annähernd durch eine die beiden eutektischen Punkte verbindende Gerade e_1 und e_2 gegeben ist.

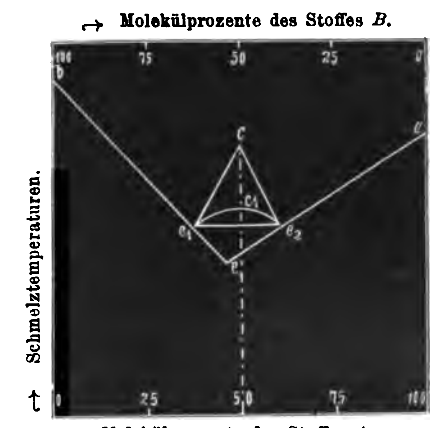


Fig. 1.

Und in der Tat konnte ich einen solchen Fall an der Verbindung Dinitrobenzol-Naphtalin beobachten.

Um nun den Dissoziationsgrad derartiger Verbindungen zu ermitteln, ist es vorteilhaft, das Schmelzdiagramm in zwei Teile zu zerlegen, in deren jedem als Grenzordinaten nicht, wie früher, die Schmelzpunkte von je 100 Molekülprozenten der beiden Komponenten gewählt sind, sondern als deren eine je 100 Molekülprozente der einen Komponente A oder B, als deren andere 100 Molekülprozente der Verbindung AB fungieren.

Setzen wir zum Stoff AB den Stoff A oder B, so wird eine aus der VAN'T HOFFschen Formel aus der Schmelzwärme des Stoffes AB berechenbare Schmelzpunkterniedrigung eintreten, falls AB ohne inneren Zerfall schmilzt. Die Schmelzlinie der Verbindung AB stellt annähernd eine gegen die Abszissenachse geneigte Gerade dar.

Anders liegen jedoch die Verhältnisse, wenn der Stoff unter innerem Zerfall schmilzt.

Dann verläuft die Schmelzlinie des Stoffes AB bei Zusatz einer Komponente anfangs parallel zur Abszissenachse, um sich erst in ihrem weiteren Ver-

laufe allmählich gegen dieselbe zu neigen, wie Sie es hier sehen (Demonstration).

Der Grund dieser Erscheinung liegt, wie auch schon STORTENBECKER angibt, darin, dass in der Schmelze der reinen Verbindung AB, die unter innerem Zerfall schmilzt, ein Gleichgewicht zwischen ungespaltener Verbindung AB und ihren beiden Komponenten existiert:

$$C_A \cdot C_B = K \cdot C_{AB}.$$

Setzen wir nun eine Komponente in Überschuss zu, so tritt eine Gleichgewichtsverschiebung ein, undissoziierte Verbindung bildet sich auf Kosten der zugesetzten Komponente, dem Gesetz der Massenwirkung gehorchend, zurück, so dass nur ein Bruchteil der zugesetzten Komponente schmelzpunkterniedrigend wirken kann.

Nehmen wir z. B. an, eine derartige Verbindung — ich wähle als Schulbeispiel die Verbindung Phenol-Anilin — sei zu 15 Proz. in ihre Komponenten gespalten.

Wir haben es dann in der Schmelze von 100 Molen der Verbindung mit 85 Molen undissoziierter Verbindung und 30 durch Zerfall entstandener Molen der Einzelnkomponenten zu tun. Es wirken also in 115 Molen 30 schmelzpunkterniedrigend, oder in 100 Molen 26,1.

Das Gleichgewicht in der Schmelze des reinen Stoffes ist gegeben durch die Gleichung

$$15 \cdot 15 = K\,(100 - 15),$$

woraus sich die Gleichgewichtskonstante K zu 2,467 berechnet.

Es ist also an und für sich der Schmelzpunkt um $26{,}1 \cdot \Delta^0$ erniedrigt, gegenüber dem Fall, wenn der Stoff ohne inneren Zerfall schmelzen würde, wobei Δ die Schmelzpunkterniedrigung bedeutet, die beim Ersatz von 1 Mol in 100 Molen reiner Verbindung durch einen Fremdstoff eintreten würde.

Setzen wir nun zu 100 Molen reiner Verbindung z. B. 6 Mole der einen Komponente A, so gilt, da sich für einen Zerfall zu 15 Proz. die Gleichgewichtskonstante zu 2,467 Proz. berechnet,

$$(x + 6) \cdot x = 2{,}467\,(100 - x),$$

woraus x folgt: $x = 12{,}5$.

Wir haben es also nach dem Zusatz mit $12{,}5 + 6 = 18{,}5$ Molen der Komponente A, 12,5 Molen der Komponente B und 87,5 Molen undissoziierter Verbindung zu tun.

Es wirken also in 118,5 Molen 31 Mole schmelzpunkterniedrigend, in 100 Molen also 26,8, was einer Schmelzpunkterniedrigung von $16{,}8 \cdot \Delta^0$ entspricht.

Durch Zusatz von 6 Molen der einen Komponente zu 100 Molen reiner Verbindung erhalten wir ein Gemenge von 94,3 Proz. der Verbindung AB und 5,7 Proz. der Komponente.

Dieser Änderung um 5,7 Mol.-Proz. entspricht aber nicht eine Schmelzpunkterniedrigung von $5{,}7 \cdot \Delta$, sondern nur eine solche von $(26{,}8 - 26{,}1)\,\Delta = 0{,}7\,\Delta$.

Auf die gleiche Weise kann man für Zusatz von 12, 20, 35 u. s. w. Molen die eintretendende Schmelzpunkterniedrigung ermitteln.

Trägt man nun die Zusammensetzung der Gemische der Verbindung und einer ihrer Komponenten als Molekülprozente der Verbindung auf der Abzissenachse, die nach obigen Auseinandersetzungen berechneten zugehörigen Schmelz-

punkterniedrigungen als Ordinaten auf, so erhält man eine Schmelzkurve, die dann ihre Gültigkeit hat, wenn der Dissoziationsgrad 15 Proz. beträgt.

Sie sehen in der Figur 2 diese Kurve als Kurve 1 eingezeichnet, wobei ich die Kenntnis des Wertes Δ, der molekularen Gefrierpunktserniedrigung für die Verbindung Phenol-Anilin, zu $0{,}278^0$ vorweg genommen habe; auf die Ermittelung dieses Wertes werde ich später zurückkommen.

In der gleichen Weise können wir uns Schmelzkurven konstruieren, die einem Dissoziationsgrad von 20 und 25 Proz. entsprechen, wie sie uns die beistehende Figur 2 zeigt (Demonstration).

Nachdem man nun durch Rechnung einige solche Kurven festgelegt hat, kann man auf experimentellem Wege eine Schmelzkurve festlegen, indem man zu

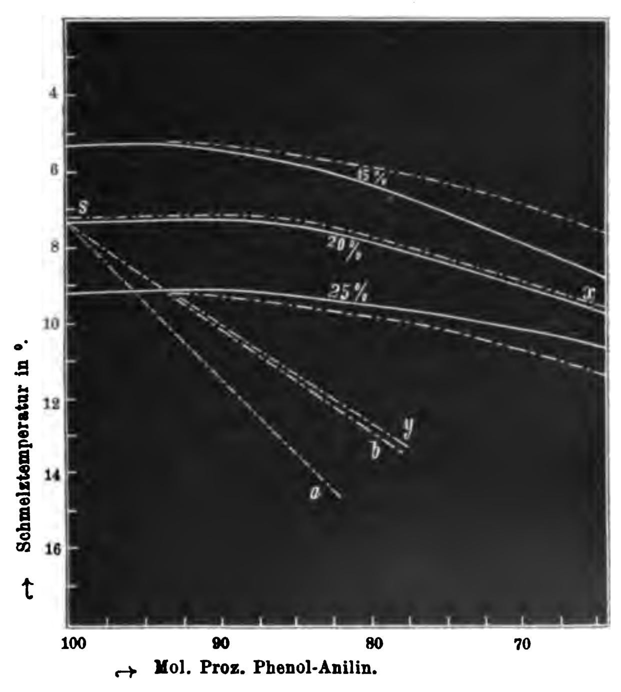


Fig. 2.

dem Stoff, dessen Dissoziationsgrad in der Schmelze zu ermitteln ist, allmählich eine Komponente zufügt und nach jedesmaligem Zusatz von neuem den Erstarrungspunkt bestimmt.

Sie sehen eine solche Kurve als Sx in der Figur eingezeichnet. Es deckt sich, wie Sie sehen, diese Kurve, mit der für einen Dissoziationsgrad von 20 Proz. berechneten, so dass wir schliessen können, dass die Verbindung Phenol-Anilin zu 20 Proz. in der Schmelze in ihre Komponenten zerfallen ist.

Diese Bestimmung des Dissoziationsgrades wurde jedoch unter der Voraussetzung durchgeführt, dass der Wert der molekularen Schmelzpunkterniedrigung bekannt war zu $0{,}278^0$. — Die Ermittelung dieses Wertes bereitet jedoch einige Schwierigkeiten. Es wäre am naheliegensten und einfachsten gewesen,

ihn aus der Gefrierpunktsdepression abzuleiten, die indifferente, am Gleichgewicht unbeteiligte Stoffe hervorrufen.

Es ergaben jedoch die diesbezüglich angestellten Versuche, dass verschiedene solcher Stoffe nicht, wie es die Theorie fordert, die gleiche molekulare Gefrierpunktserniedrigung ergaben, sondern verschiedene Schmelzpunkterniedrigungen. So ergab Zusatz von Benzol $\Delta = 0{,}285$, Zusatz von Äthylalkohol $\Delta = 0{,}375$. Der Grund hierfür liegt darin, dass die zugesetzten Stoffe gewissermassen als Lösungsmittel wirken, den Dissoziationsgrad des reinen Stoffes erhöhen, und zwar die sogenannten dissoziierenden Lösungsmittel in stärkerem Masse als die assoziierenden.

Ich berechnete deshalb den Wert der molekularen Schmelzpunkterniedrigung Δ nach der VAN'T HOFFschen Formel

$$\Delta = \frac{2\,T^2}{W}$$

und ermittelte die molekulare Schmelzwärme W auf experimentellem Wege.

Auf die bei dieser Bestimmung eintretenden Komplikationen kann ich hier wegen der Kürze der Zeit nicht eingehen, und es sei diesbezüglich auf die in der nächsten Zeit in den Monatsheften erscheinende Arbeit verwiesen.

Es sei nur zum Schluss darauf hingewiesen, dass der aus der Schmelzwärme berechnete Wert der molekularen Schmelzpunkterniedrigung $\Delta = 0{,}278$ in naher Übereinstimmung steht mit dem durch Zusatz von Lösungsmitteln, welche nur in geringem Masse den Dissoziationsgrad des reinen Stoffes beeinflussen, ermittelten Werte $\Delta = 0{,}285^0$.

Diskussion. Herr SACKUR-Berlin: Die von dem Herrn Vortragenden nachgewiesenen Dissoziationen in der Schmelze finden wahrscheinlich auch in Metallegierungen statt. Ich habe in einer noch nicht veröffentlichten Untersuchung über Kupfer-Zinklegierungen den Nachweis zu führen gesucht, dass diese Legierungen aus Verbindungen von Cu und Zn bestehen, die sich in einem Dissoziationszustande befinden. Ich habe die Annahme durch Bestimmung von Schmelzpunkten und Potentialen begründet. Das Potential des Zinks z. B. verschwindet nicht, wenn die der Formel $CuZn_2$ entsprechende stöchiometrische Formel erreicht ist, sondern bei einem höheren Cu-Gehalt, wenn also die Dissoziation durch Massenwirkung praktisch zurückgedrängt ist.

Herr ABEGG-Breslau: Ist die Veränderung der Gefrierpunkte des Systems durch die Zusätze klein genug, dass man die Temperaturvariation der Gleichgewichtskonstante vernachlässigen darf?

Herr F. W. KÜSTER-Clausthal: Die Anregung zu der Untersuchung des Herrn KREMANN hat der Verlauf der Schmelzpunktkurve der Wasser-Salpetersäuregemische gegeben. Die Tatsache, dass der Schmelzpunkt „reiner“ Salpetersäure durch die ersten, kleinsten Mengen Wasser abnorm wenig erniedrigt wird, ist in Übereinstimmung mit anderweitigen Tatsachen, die darauf hindeuten, dass „reine“ Salpetersäure zu einem gewissen Betrage dissoziiert ist.

Herr KREMANN-Graz: Die Änderung des Dissoziationsgrades mit der Temperatur kommt hier nicht in Betracht, da es sich nur um Änderungen des Schmelzpunktes um höchstens 2^0 handelt.

Auch wenn man statt Anilin Phenol zur Verbindung Phenol-Anilin zusetzt, ist der Verlauf der Schmelzkurve der gleiche.

9. Herr E. WEDEKIND-Tübingen: **a) Synthese einfacher Pyronone aus Säurehaloïden.**

Ich habe früher[1]) gezeigt, dass starke Säurechloride mit starken tertiären Basen trotz der heftigen Reaktion keine quartären Salze des Typus

$$(R)_3N\begin{matrix}\diagup Cl \\ \diagdown CO - r\end{matrix}$$

liefern, sondern dass quantitativ das Hydrochlorid des betreffenden Amins

$$(R)_3N\begin{matrix}\diagup Cl \\ \diagdown H\end{matrix}$$

entsteht. Diese Tatsache ist für die Stereochemie des Stickstoffes insofern nicht unwichtig, als sie die Abneigung des 3 wertigen Stickstoffes bekundet, zwei saure (negative) Gruppen aufzunehmen; der trivalente Stickstoff strebt möglichst der stabilen Anordnung, welche durch das Chlorammonium gekennzeichnet ist, zu. In diesem Fall ist die Möglichkeit dazu gegeben durch die Abspaltung von HCl aus der Molekel des Säurechlorides.

Wir haben uns nun die Frage vorgelegt, was wird aus dem Rest der Säurechlorid-Molekel? Die Bearbeitung dieses Problems durch die Herren HAEUSSERMANN und WEISSWANGE bot ausserordentliche experimentelle Schwierigkeiten, hat aber schliesslich doch einige interessante Tatsachen zutage gefördert, über die ich ganz kurz berichten möchte.

Dass die Einwirkung von Acetylchlorid auf Triaethylamin, Pyridin u. s. w. zur Dehydracetsäure $C_8H_8O_4$ führt, habe ich schon vor einiger Zeit nachgewiesen.[2]) Während in diesem Falle vier Molekeln an der Reaktion beteiligt sind, entsprechend der Gleichung:

$$4CH_3 \cdot CO \cdot Cl + 4N(C_2H_5)_3 = 4N(C_2H_5)_3\,HCl + C_8H_8O_4\ (4C_2H_2O),$$

habe ich aus Propionyl-, Phenylacetyl- und Hydrozimmtsäurechlorid Produkte erhalten, welche die dreifache Molekulargrösse desjenigen hypothetischen Körpers aufweisen, der sich zunächst durch Abspaltung von HCl aus einer Molekel Säurechlorid bilden müsste. Das Kondensationsprodukt aus Propionylchlorid $CH_3 - CH_2 - CO - Cl$ hat z. B. die empirische Formel $C_9H_{12}O_3 = 3(C_3H_4O)$, dasjenige aus Phenylacetylchlorid $C_6H_5 - CH_2COCl$ entspricht der Formel $C_{24}H_{18}O_3 = 3(C_8H_6O)$. Letzeres war einigermassen leicht zugänglich und wurde eingehend untersucht. Die anfängliche Annahme, dass es sich um ein Phloroglucinderivat[3]) (sym-Triphenylphloroglucin) handle, wurde hinfällig, als sich zeigte, dass das Produkt unter keinen Umständen zu Triphenylbenzol reduziert werden kann, auch zeigt es eine verhältnismässig grosse Beständigkeit, selbst in alkalischer Lösung. Die neue Substanz zeigt gleichzeitig die Reaktionen eines Laktons, eines Monoketons und eines primären Alkohols, denn sie liefert mit Natronlauge ein Mononatriumsalz, mit Hydroxylamin ein Monoxim, mit Essigsäureanhydrid ein Monacetyl- und mit Benzoylchlorid ein Monobenzoylderivat. Das Studium der Einwirkung von Ammoniak unter Druck, welche zu einem sehr beständigen Pyridinderivat führt, hat nunmehr erkennen lassen, dass ein einfaches Homologes des Pyronons vorliegt (die bisher

1) LIEBIGS Annalen **318**, 99 ff.; **323**, 257 ff.
2) LIEBIGS Annalen 323, 247 ff.
3) Es liefert beim Erhitzen mit Alkali analoge Spaltungsprodukte, wie die symmetrischen Trialkylphloroglucine.

bekannten Pyrononabkömmlinge, wie die Dehydracetsäure, enthalten in der Seitenkette eine Carbonylgruppe). Was den Mechanismus[1]) der Reaktion betrifft, so ist anzunehmen, dass sich zunächst 3 Molekeln des Säurechlorids unter 2maliger HCl-Abspaltung zu dem Chlorid einer α, γ-Diketonsäure kondensieren, entsprechend dem Schema:

$$C_6H_5-CH_2-CO\cdot Cl + C_6H_5-CH_2-CO\cdot Cl + C_6H_5-CH_2\cdot CO\cdot Cl$$

$$C_6H_5-CH_2\cdot CO-\underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH}-CO-\underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH}\cdot CO\cdot Cl.$$

Dieses hypothetische Chlorid würde dann ganz oder teilweise Umlagerung in eine Enolform erleiden und unter abermaliger HCl-Abspaltung (an der Hydroxylgruppe) den Pyrononring schliessen:

$$C_6H_5-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{C}=\overset{\overset{C_6H_5}{|}}{C}-CO-\overset{\overset{C_6H_5}{|}}{\underset{\underset{Cl\cdot CO}{|}}{CH}} \longrightarrow C_6H_5-CH_2-\underset{\underset{O}{|}}{C}=\overset{\overset{C_6H_5}{|}}{C}-CO-\overset{\overset{C_6H_5}{|}}{\underset{\underset{CO}{|}}{CH}}$$

(im Ring: O ——— CO)

Benzyl-diphenyl-pyronon.

Da dieses Pyrononderivat sowohl ein Oxim, als auch ein Monobenzoylderivat liefert (die anderen Pyrononderivate gaben kein Oxim), so ist dasselbe als eine tautomere Substanz aufzufassen, welche sowohl in der oben gezeichneten Ketoform, als auch in einer Enolform (Oxylakton)

C — OH
$C_6H_5 - C$ ⟋ ⟍ $C - C_6H_5$
$C_6H_5 - CH_2 - C$ ⟍ ⟋ CO
O

reagieren kann; von letzterer würden sich die Säurederivate ableiten. Die auffallende Fähigkeit des Ring-Carbonyls, mit Hydroxylamin zu reagieren, kann auf die Anhäufung von ungesättigten Gruppen (2 Phenyle und Ringdoppelbindung) zurückgeführt werden.

Durch Einwirkung von Ammoniak entsteht, wie es von einem Pyron-, bezw. Pyrononderivat zu erwarten ist, ein Pyridinabkömmling, das Benzyl-diphenyl-dioxypyridin

C — OH
$C_6H_5 - C$ ⟋ ⟍ $C - C_6H_5$
$C_6H_5 - CH_2 - C$ ⟍ ⟋ $C - OH$
N

Endlich sei erwähnt, dass wir in letzter Zeit merkwürdige Beobachtungen über das Verhalten des Isobutyrylchlorids gegen tertiäre Basen gemacht haben; das erhaltene, äusserst flüchtige Produkt (farblose Nadeln) riecht nach Men-

1) Vergl. J. N. Collie, Transact. chem. Soc. 77, 971 ff.

thol und Kampfer und ist durch Vereinigung von nur zwei Molekeln des Säurechlorids entstanden. Es ist kein Pyrononderivat, sondern ein Diketon, und zwar ein ringförmiges, höchstwahrscheinlich ein Tetramethylenderivat, von dem aus wir zu dem betreffenden Kohlenwasserstoff zu gelangen hoffen.

Das ist die Natur dieser sog. „Ausweichprodukte" (im stereochemischen Sinne).

Diskussion. Herr STOLLÉ-Heidelberg fragt, ob die Einwirkung von Basen auf Isobuttersäurechlorid vielleicht ähnlich der Einwirkung von Eisenchorid auf Säurechloride verlaufe.

Herr WEDEKIND-Tübingen: Die Wirkung von Eisenchlorid auf Säurechlorid verläuft, wie ich früher gezeigt habe, durchweg anders; bei phenylhaltigen Säurechloriden wird zuweilen der erforderliche Wasserstoff dem Benzolkern entnommen.

Herr STOBBE-Leipzig fragt, ob das aus Phenylacetylchlorid erhaltene Pyrononderivat die Eigenschaften eines tautomeren Stoffes zeigt, ob es beispielsweise farbige Eisensalze liefert.

Herr WEDEKIND-Tübingen: Farbige Eisensalze des tautomeren Benzyldiphenylpyronons wurden nicht beobachtet.

Herr E. WEDEKIND-Tübingen: **b) Über neue optisch-aktive Ammoniumsalze und über die Konfiguration des Stickstoffs in den quartären Ammoniumbasen.**

Die wichtige Frage, ob alle asymmetrischen Ammoniumsalze ohne Rücksicht auf die Gruppendifferenz der fünf mit dem Stickstoff verbundenen Radikale in aktiven Formen erhalten werden können, bereitet grosse experimentelle Schwierigkeiten, hat aber neuerdings einige Fortschritte gemacht, über die ich zunächst kurz berichten möchte. Nach vielen vergeblichen Bemühungen, das Homologe des α-Phenyl-methyl-allyl-benzylammoniums in der Paratoluidinreihe zu spalten, wandte ich mich in Gemeinschaft mit Herrn E. FRÖHLICH einer neuen Reihe zu, in welcher an Stelle von Allyl sich C_2H_5, bezw. C_3H_7, C_4H_9 u. s. w. befinden. Es gelang die Aktivierung des Phenyl-aethyl-methyl-benzylammoniums durch einmalige Kristallisation des d-Kampfersulfonates aus Methylformiat ($[M]_D$ des d-Kampfersulfonates der Rechtsbase $= + 69^0$); H. O. JONES ist kürzlich die Aktivierung derselben Ammoniumbase durch längere fraktionierte Kristallisation des Kampfersulfonates aus Methylal gelungen. Mit Hilfe des Methylformiates konnten wir kürzlich auch das homologe Propyl-phenylbenzylmethylammoniumhydroxyd aktivieren: das d-Kampfersulfonat der d-Base bildet durchsichtige Rhomboëder, die einen Durchmesser von 1 cm erreichen. Die höchste bisher beobachtete Molekulardrehung beträgt $[M]_D = 62^0$; das aus dem Kampfersulfonat isolierte Jodid erwies sich als rechtsdrehend. Bemerkenswert ist, dass die Spaltung durch Anwendung von Aceton-Essigester als Lösungsmittel nicht gelingen wollte; Versuche mit den homologen Basen sind im Gange. — Besonders interessant erschien uns ferner das Aktivierungsproblem von Salzen mit zwei asym. Stickstoffatomen (vergl. auch die Versuche von O. ASCHAN, Zeitschr. f. physik. Chemie **46**, 312 ff); wir haben zu dem Zweck das Aethylendikairoliniumjodid (vergl. E. WEDEKIND, Berichte d. deutsch. chem. Ges. **36**, 3796) in das Di-d-Kampfersulfonat

```
CH2 — CH2                            CH2 — CH2
 |        \                        /          |
 |         >C6H4              C6H4<           |
 |        /                        \          |
CH2 ——— N ——————— CH2 — CH2 — N ——— CH2
        / \                         / \
     CH3   SO3C10H15O            CH3   SO3C10H15O
```

verwandelt.

Die einzelnen Fraktionen zeigten indessen dasselbe spez. Drehungsvermögen, entsprechend einer Molekulardrehung von rund + 103 bis 104°. Cyklische asym. Ammoniumsalze scheinen überhaupt schwer zu spalten zu sein, wie schon aus den diesbezüglichen negativen Versuchen von H. O. JONES hervorgeht.

Die bisher bekannten aktiven asym. Ammoniumionen sind demgemäss die folgenden:

$$\alpha - (C_6H_5)(C_7H_7)(C_3H_5)(CH_3)\dot{N}; \quad [M]_D = +166^0$$

$$(C_6H_5)(C_7H_7)(C_2H_5)(CH_3)\dot{N}; \quad [M]_D = +19{,}3^0 (17{,}3^0)$$

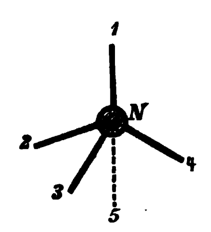
$$(C_6H_5)(C_7H_7)(C_3H_7)(CH_3)\dot{N}. \quad [M_D] = ca + 10{,}3^0$$

Der Einfluss der ungesättigten Gruppe (Allyl) auf die Grösse des Drehungsvermögens ist ersichtlich.

Charakteristisch für die aktiven Ammoniumsalze ist die Neigung zur Autoracemisation in Chloroformlösung; als Ursache dieser Erscheinung wurde bisher die Dissoziation in Tertiärbase und Alkyljodid angesehen, d. h. der unter gewissen Bedingungen leicht eintretende Übergang aus der 5wertigen in die 3wertige Form des Stickstoffs, wodurch die räumliche Asymmetrie und damit die opt. Aktivität zerstört würde; tatsächlich ist das sog. α-Jodid in Chloroformlösung bei dem Siedepunkt des Lösungsmittels weitgehend gespalten; ob und wie weit eine solche Dissoziation auch bei gewöhnlicher Temperatur stattfindet, konnte ich mit den damaligen Hilfsmitteln nicht ermitteln. Nachdem BARGER seine schöne mikroskopische Molekelgewichtsbestimmungsmethode entdeckt hatte, konnte H. O. JONES mit Hilfe derselben zeigen, dass derartige Ammoniumsalze in Chloroformlösung — bei gewöhnlicher Temperatur — normales Molekelgewicht haben. Die richtige Deutung des Mechanismus der Autoracemisation in der Reihe der aktiven asym. Ammoniumsalze wird dadurch ebenso schwierig wie die der spontanen Racemisation der aktiven Bromfettsäureester, falls man nicht zu der Vorstellung greifen will, dass der momentane Betrag der Dissoziation — bei Zimmertemperatur — so gering ist, dass er sich der Messung mit den gewählten Hilfsmitteln entzieht. Dieser kleine Anteil würde bei der Wiedervereinigung racemisches Salz liefern, im nächsten Moment wird wieder ein winziger Teil des aktiven Salzes dissoziiert und racemisiert u. s. w., bis die Gesammtmenge umgewandelt ist. Es ist leicht einzusehen, dass das Molekelgewicht trotzdem annähernd normal gefunden werden kann; die Geschwindigkeit dieser Umwandlung, bezw. der Betrag der in der Zeiteinheit dissoziierten Menge des aktiven Salzes wird abhängig sein von der Stärke und Dauer der Belichtung durch Sonnenstrahlen, bezw. von der Temperatur. Ich bin damit beschäftigt, die Reaktionsgeschwindigkeit der Autoracemisation unter verschiedenen Bedingungen zu messen, in der Hoffnung, hierdurch einen Beitrag zur Klärung dieses interessanten Problems liefern zu können.

Für erfolgreiche theoretische Spekulationen über die Konfiguration und die Isomerieverhältnisse des fünfwertigen Stickstoffes halte ich das bisher zusammengetragene Material noch immer nicht für ausreichend. Nur eins kann als sicher feststehend betrachtet werden: in den spaltbaren aktiven asym. Ammoniumsalzen kann dem vierwertigen Radikal N·a·b·c·d, dem Zentrum der Aktivität, welches in wässiger Lösung auch als freies, aktives Kation auftritt, tetraëdrische Gruppierung zuerkannt werden. Die fünfte Valenz, welche nicht immer besetzt ist, mit den vier anderen — abgesehen von sonstigen Gründen — also nicht gleichwertig sein kann, denke ich mir in geradliniger Verlängerung einer Tetraëderachse, wie aus der nachstehenden Figur hervorgeht.

Diese Konfiguration kommt auf das von dem Altmeister VAN'T HOFF schon vor langer Zeit vorgeschlagene und neuerdings von ASCHAN neu belebte Stickstoffmodell hinaus. Letzterer Forscher leitet auch die inaktiven Isomeren (von LE BEL, KIPPING, ASCHAN und WEDEKIND) aus dieser Konfiguration ab; nach meiner Meinung ist der Platzwechsel der verschiedenen Radikale oder vielmehr das gelegentliche Ausbleiben desselben (Auftreten von Isomerie) so wenig verständlich, dass wir uns vorläufig auch an der Hand dieses Modelles keine klare Vorstellung über die diesbezüglichen intramolekularen Vorgänge in den Ammoniumsalzen machen können. Ich neige immer mehr der Ansicht zu, dass wir gerade beim Stickstoff, der ein so mannigfaltiges Verhalten zeigt, von der Annahme starrgerichteter Valenzkräfte absehen müssen; hier können die Ansichten, die WERNER am Kohlenstoff entwickelt hat, nützlich werden, zumal dieselben auch erlauben, das Phänomen der Autoracemisation bei aktiven Ammoniumsalzen (s. o.) ohne Annahme einer Dissoziation zu erklären. Betrachten wir die Affinität als eine von dem kugelförmig gedachten Stickstoffatom gleichmässig nach der Oberfläche wirkende Kraft, so können wir uns die fünf Radikale auf fünf „Valenzorte" an der Oberfläche der Kugel verteilt denken. Von diesen können wir eine tetraëdrische Gruppierung annehmen, wenn in dieser Lage der grösste Affinitätsaustausch stattfindet. Nun sind die intramokularen Bewegungen der Radikale bei substituirten Ammoniumsalzen besonders stark ausgeprägt, wie aus der Neigung zum Platzwechsel (Permutation) hervorgeht; diese erscheinen nun als pendelartige Schwingungen um den Valenzort und werden durch Erhöhung der Temperatur, durch die Wirkung des Sonnenlichtes und andere unbekannte Faktoren gesteigert, bis schliesslich ein Platzwechsel in ähnlicher Weise stattfindet, wie WERNER ihn bei Verbindungen des asym. Kohlenstoffes veranschaulicht (Erklärung der Autoracemisation der aktiven Brombernsteinsäure).



Wenn die zwischen den fünf Radikalen wirkenden Anziehungskräfte — je nach der Natur der ersteren — eine tetraëdrische Anordnung auf der Kugeloberfläche nicht begünstigen, so ist auch eine entsprechende andere — nicht-tetraëdrische Gruppierung der Valenzorte denkbar; etwa eine solche, wie sie durch die Pyramidenformel oder durch das WILLGERODTsche Doppeltetraëder gegeben ist. Die zuletzt genannte Anordnung ist z. B. für den abnormen Ammoniumtypus

$$(R)_3N \lessgtr^{X}_{X},$$

in welchem X Halogenatome sind, sehr naheliegend; diese Konfiguration hat einen labilen Charakter und ist bestrebt, in die stabile Ammoniumform

$$(R)_3N \lessgtr^{H[Alk]}_{X}$$

(Tetraëder oder Pyramide) überzugehen unter Ersatz des einen Halogenatoms durch Wasserstoff oder Alkyl.

Solche Betrachtungen halte ich für das Verständnis des mannigfachen Verhaltens der organischen Verbindungen des fünfwertigen Stickstoffes für nützlich.

Diskussion. Herr ABEGG-Breslau: Könnte man die Erklärung der Autoracemisation durch Dissoziation bei Lichteinwirkung vielleicht durch Moleku-

largewichtsbestimmung nachweisen? Wenn die Dissoziation auch im Dunkeln nicht nachweisbar ist, so könnte sie doch durch Licht merklich werden.

Ob man die Tetraëderkonfiguration für die Stickstoffvalenzen annehmen soll, scheint mir vorläufig sehr unbeweisbar.

Es genügt wohl, die Asymmetrie darauf zurückzuführen, dass sie immer möglich ist, wenn mehr als 2 Valenzen vorhanden und durch verschiedene Radikale gesättigt sind; denn dann muss jede beliebige Raumkonfiguration Asymmetrie aufweisen.

Herr WEDEKIND-Tübingen: Ob die Molekulargewichtsbestimmungen nach BARGERS mikroskopischer Methode — bei Zimmertemperatur — auch im Sonnenlicht ausgeführt worden, ist mir nicht bekannt.

Die Tetraëderkonfiguration kann selbstverständlich für den asym. Stickstoff mit demselben Recht angenommen werden, wie dies durch VAN'T HOFF für den asym. Kohlenstoff geschehen ist. Es handelt sich ja nur um ein Bild, und dieses wird durch das Vorhandensein einer fünften Valenz nicht beeinträchtigt.

Herr LADENBURG-Breslau fragt, ob die Drehungsvermögen nur durch die Beobachtung der Drehung der d-Kampfersulfonate festgestellt wurden. Viel sicherer wird die Bestimmung bei Anwendung einer Halogenverbindung sein.

Herr WEDEKIND-Tübingen: Die Isolierung und optische Prüfung des entsprechenden Halogensalzes (Jodid) wurde natürlich in jedem Falle zur Kontrolle durchgeführt.

Herr BREDIG-Heidelberg weist darauf hin, dass man mit der dynamischen Dampfdruckmethode nach WALKER, WILL und BREDIG, GAHL u. a. durch Fortführung und analytischen Nachweis von Halogenalkyl in einem durch die Ammoniumsalzlösung geblasenen Luftstrome eine ev. Abspaltung von Halogenalkyl in geringer Menge zur Erklärung der Racemisierung prüfen könnte.

Herr WEDEKIND-Tübingen: Der Betrag des abdissoziierten Halogenalkyls wird so gering sein, dass der Nachweis desselben auch nach dieser Methode kaum möglich sein wird.

Herr WEIGERT-Leipzig: Wenn die Anschauung des Herrn Vortragenden richtig ist, dass die Autoracemisation der Ammoniumbasen auf der intermediären Bildung einer geringen Menge der Dissoziationsprodukte beruht, welche mit der undissozierten Verbindung im Gleichgewicht stehen, so kann die Beschleunigung unter dem Einfluss des Lichtes keine katalytische sein, sondern muss durch eine Verschiebung des Gleichgewichts zugunsten der Dissoziationsprodukte bedingt sein. Diese Gleichgewichtsverschiebung bei Bestrahlung wird aber wahrscheinlich nicht auf die racemische Base beschränkt sein und muss sich demnach auch bei höherer Temperatur durch Siedepunktsbestimmungen in Chloroform nachweisen lassen. Es wäre dann dies ein Beweis zugunsten der Anschauung des Vortragenden.

Herr WEDEKIND-Tübingen: Solche Bestimmungen bei höherer Temperatur, d. i. beim Siedepunkt des Lösungsmittels, wurden schon früher ausgeführt und zeigten eine weitgehende Spaltung des betreffenden asym. Ammoniumsalzes an.

Herr KREMANN-Graz: Man könnte auch mit WERNER annehmen, dass die fünfte Valenz, die leichter beweglich ist, in zweiter Sphäre um das Stickstofftetraëder mit den vier Valenzen liegt.

Herr WEDEKIND-Tübingen: Auf die neue WERNERsche Ammoniumtheorie, die ebenfalls die Aktivität des asym. Stickstoffs zu erklären sucht, konnte ich mit Rücksicht auf die mir zu Gebote stehende Zeit nicht eingehen.

An der Diskussion beteiligte sich noch Herr W. NERNST-Göttingen.

Herr E. WEDEKIND-Tübingen: **c) Über die spontane Bildung von Stickstoffzirkonium.**

Es ist schon wiederholt versucht worden, das elementare Zirkonium durch Reduktion des Dioxydes mit Magnesium darzustellen; PHIPSON[1]) glaubte schon vor längerer Zeit zum Ziele gelangt zu sein, ohne seine Behauptung durch analytische Daten erhärtet zu haben. Später beschrieben DENNIS und SPENCER[2]) ähnliche Versuche, nachdem Cl. WINKLER[3]) schon gezeigt hatte, dass die Reduktion der Zirkonerde in einer Wasserstoffatmosphäre zu abnormen Produkten führt. Da das Magnesium anscheinend nicht energisch genug wirkt, ersetzte ich es durch Aluminium: die Hoffnung, nach dem GOLDSCHMIDT-Verfahren reines kompaktes Zirkonium gewinnen zu können, erfüllte sich jedoch nicht, da die Reaktionstemperatur nicht ausreichte, das offenbar sehr strengflüssige Element zum Schmelzen zu bringen. Das erhaltene graue, leicht entzündliche Pulver war mit Tonerde verunreinigt; ich nahm daher die Versuche mit Magnesium wieder auf, unter Verwendung eines Überschusses von Reduktionsmittel bei möglichst hoher Temperatur. Das hierbei erhaltene bräunliche Produkt wurde durch successive Behandlung mit Ammoniumchlorid und verd. Salzsäure gereinigt: beim Auswaschen mit Wasser ging ein Teil in kolloïdaler Form durchs Filter. Der mit Bromoform abgeschlämmte und bei 150° getrocknete Rückstand verglimmt schon bei schwacher Rotglut zu farbloser Zirkonerde; hierbei tritt aber nicht die für den Übergang von Zr in ZrO_2 erforderliche Gewichtsvermehrung ein. Diese Tatsache erklärt sich dadurch, dass das Reaktionsprodukt im wesentlichen aus Stickstoffzirkonium besteht, welches beim Erhitzen unter Verlust von Stickstoff und Aufnahme von Sauerstoff in das Dioxyd übergeht. Der Stickstoff kann als solcher — auch quantitativ — nachgewiesen werden, wenn man das Nitrid mit Kupferoxyd in einer Kohlensäureatmosphäre verbrennt und den entwickelten Stickstoff über Kalilauge auffängt. Durch Kochen mit Alkalilaugen wird kein Ammoniak abgespalten, wohl aber in der Kalischmelze, und zwar unter Feuererscheinung. In dem Nitrid, das nur noch Spuren von unverändertem Oxyd neben geringen Mengen des freien Elementes enthält, scheint der schon von MATTHEWS[4]) auf anderem Wege dargestellte Zirkoniumstickstoff Zr_2N_3 vorzuliegen. Da unter den verschiedensten Versuchsbedingungen stets derselbe stickstoffhaltige Körper entstand, so zweifle ich nicht, dass derselbe identisch ist mit PHIPSONS „Zirkonium“. Andeutungen für das Vorhandensein des lange gesuchten Zirkoniummonoxydes Zr O, von dem auch DENNIS und SPENCER sprechen, wurden nicht gefunden. Gegen Chlor und Brom verhält sich das Zirkoniumnitrid wie das freie Element; bei Temperaturen von 200—300° entstehen Zirkoniumchlorid $ZrCl_4$, bezw. -bromid $ZrBr_4$. Da das Zirkoniumnitrid nach der angegebenen Methode schnell und bequem gewonnen werden kann, so ergibt sich daraus zugleich eine einfache Darstellungsweise des Zirkoniumchlorids, das bisher fast ausschliesslich aus dem Karbid hergestellt wurde.

Was die spontane Bildung des Nitrides betrifft, so ist anzunehmen, dass die Reaktionstemperatur bei der Einwirkung von Magnesium auf Zirkonoxyd die Vereinigung des nascierenden Elementes mit dem Stickstoff der Luft begünstigt; andererseits ist es nicht unwahrscheinlich, dass das vom Überschuss verwandte Magnesium nicht nur als Reduktionsmittel, sondern auch als Stickstoffüberträger fungiert, da die mit Aluminium gewonnenen Präparate ein anderes Aussehen hatten.

---

1) Compt. rend. **61**, 745.
2) Journ. Americ. chem. Soc. **18**, 673.
3) Berichte d. deutsch. chem. Ges. **23**, 2664; **24**, 888.
4) Journ. Americ. chem. Soc. **20**, 843.

3. Sitzung.

Gemeinsame Sitzung mit der Abteilung für Physik und der Abteilung für angewandte Chemie.

Dienstag, den 20. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr A. LADENBURG-Breslau.

10. Herr J. STARK-Göttingen: **Bedienung und Anwendung der Quecksilberlampe aus Quarzgas.**

Es wurden verschiedene Typen von Quecksilberlampen aus Quarzglas von der Firma W. C. Heräus (Hanau) vorgeführt, ferner verschiedene Arten der Zündung, nämlich die manuelle und automatische Kontakt- und die Induktionszündung. Es wurde gezeigt, wie sich die zerstreuende Wirkung des ultravioletten Lichtes auf negative Ladungen bequem mit der Lampe demonstrieren lässt. Ferner wurde demonstriert die Wirkung eines Magneten auf die Lichtsäule, die Wirkung auf Chlorsilberpapier und die Ozonisierung durch die ultravioletten Strahlen der Lampe. Es ist wohl zu beachten, dass die Verteilung der Energie im Spektrum des Lichtes der Lampe von Fall zu Fall im allgemeinen verschieden ist. Das Verhältnis der Intensitäten zweier Wellenlängen hängt einmal von der optischen Dicke der strahlenden Schicht ab, zweitens von der Dichte des elektrisch durchströmten Quecksilberdampfes; je grösser diese unter sonst gleichen Umständen wird, desto kleiner wird der Anteil des kurzwelligen Lichtes, verglichen mit dem Anteil des langwelligen. Durch entsprechende Wahl der Dampfdichte lassen sich demnach für verschiedene Zwecke geeignete Lampen bauen, solche, die bei hohem Dampfdruck schwach im Ultraviolett, intensiv im Gelb sind, und solche, die stark im Ultraviolett sind und darum beispielsweise stark ozonisieren.

Diskussion. Herr GEHRCKE-Berlin: Bei Gelegenheit der vom Herrn Vorredner erwähnten chemischen Wirkungen des ultravioletten Lichtes möchte Ich mir erlauben, den versammelten Herrn Chemikern eine Frage vorzulegen. ich habe kürzlich beobachtet, dass gewöhnliches Röhrenglas, welches sich in der Nähe einer Quecksilberbogenlampe aus Quarz befindet, eine violette Färbung annimmt. Diese Eigenschaft der Violettfärbung kommt nicht allen Gläsern zu, sondern nur den sogn. Mangangläsern. Die genannte Wirkung der ultravioletten Strahlung, welche meines Wissens neu ist, kennt man bereits an anderen Strahlenarten, ich nenne die Radiumstrahlen und die RÖNTGENstrahlen (an letzteren nach WALTER in Hamburg). Ferner habe ich beobachtet, dass auch gewöhnliches Sonnenlicht das Glas violett färbt, doch ist dann eine viel längere, nach Monaten zählende Expositionsdauer nötig. Es wäre mir interessant, über die hier obwaltenden chemischen Verhältnisse eine Aufklärung zu erhalten.

Herr LADENBURG-Breslau hält die violette Färbung für Übermangansäure.

Herr F. W. KÜSTER-Clausthal: Die erwähnte Violettfärbung des Glases durch Lichtwirkung ist an Schaufenstern zu sehen, die mit aufgeklebten und dann abgefallenen Buchstaben beklebt waren, wie schon OSTWALD in den Grundlinien der anorganischen Chemie erwähnt hat.

Herr BERNTHSEN-Mannheim bemerkt, dass die Demonstration von Fluoreszenz-Erscheinungen sich bei Quecksilberlicht besonders überraschend gestaltet, z. B. bei Beobachtung der Fluoreszenz von Farbstoffen auf der Faser (Rhodamin auf Seide).

Herr A. VOLLER-Hamburg weist darauf hin, dass im Innern von RÖNTGENröhren nur minimale Spuren von Sauerstoff vorhanden sind, so dass eine Ozonbildung in beträchtlichem Grade nicht stattfinden kann.

Herr G. Bredig-Heidelberg weist darauf hin, dass auch andere Mangansauerstoffverbindungen beim blossen Augenschein leicht niedere Manganoxyde in ihrer Farbe mit Permanganaten verwechselt werden, aber durch die Lage der spektralen Absorptionstreifen unterschieden werden können. Der zur Oxydation nötige Sauerstoff kann aus dem Eisenoxyd in Glas kommen. Auch sei zu erwägen, ob hier nicht die Farbe trüber Medien durch Ausscheidung von Mangansuperoxyd vorliegt.

11. Herr O. Lummer-Berlin: **Über N-Strahlen.**

12. Herr P. Weiss-Zürich: **Über N-Strahlen.**

13. Herr G. Bodländer-Braunschweig: **Elektrometrische Kohlensäurebestimmung.**

Die neue Bestimmungsmethode beruht auf der Messung der Azidität, die ein Kohlensäurestrom einer wässrigen Lösung erteilt. Leitet man ein Kohlensäure enthaltendes Gasgemisch durch Wasser, so nimmt das Wasser bekanntlich eine dem Partialdruck der Kohlensäure entsprechende Menge des Gases auf. Bei 18^0 enthält die wässrige Lösung 0,041 g-Moleküle Kohlensäure im Liter. Die gelöste Kohlensäure ist zum kleinen Teil in Ionen $H^{\cdot}$ und HCO_3' dissoziiert, und es gilt, wenn mit $[CO_2]$ der Partialdruck der Kohlensäure im Gase in Atmosphären bezeichnet wird, die Beziehung:

$$[H^{\cdot}] \cdot [HCO_3'] = 12{,}6 \cdot 10^{-9} [CO_2],$$

wo $[H^{\cdot}]$ und $[HCO_3']$ die Konzentrationen der beiden Ionenarten in g-Molekülen im Liter bezeichnen. Wenn die wässrige Lösung stark sauer ist, so wird durch die von der Kohlensäure in sehr kleiner Menge gelieferten Wasserstoffionen deren Konzentration nur unwesentlich geändert. Ist die Lösung neutral, so entstehen gleichviel $H^{\cdot}$- und HCO_3'-Ionen. Es ist dann $[H^{\cdot}] \cdot [HCO_3'] = [H^{\cdot}]^2$, also das Quadrat der Wasserstoffionenkonzentration dem Partialdruck der Kohlensäure proportional. Steigt dieser auf das Vierfache, so erhöht sich die Konzentration der Wasserstoffionen auf das Doppelte. Noch empfindlicher gegen Änderungen des Kohlensäuredruckes ist die Azidität, wenn die Lösung eine gewisse Menge HCO_3'-Ionen enthält. Dann bleibt die Konzentration der HCO_3'-Ionen praktisch konstant, und es ändert sich bei Durchleitung von kohlensäurehaltigem Gasgemisch die Konzentration der Wasserstoffionen proportional dem Kohlensäuredruck. Man kann aus jener diesen bestimmen.

Die Messung der Azidität erfolgt mit grosser Schärfe durch Messung elektromotorischer Kräfte. Konstruieren wir eine Kette:

$$Zn \mid ZnSO_4 \mid H_2SO_4 \mid Pt,$$

so hängt deren elektromotorische Kraft ausser von der Konzentration des Zinksulfats auch von der Schwefelsäure, resp. den Wasserstoffionen ab. Unter sonst gleichen Bedingungen steigt nach der Formel von Nernst die elektromotorische Kraft um $0{,}0575 \log p$ Volt, wenn die Konzentration der Wasserstoffionen von 1 auf p steigt. Dasselbe gilt, wenn der andere Teil des Elementes statt aus Zink und Zinksulfat, aus irgend einem anderen Metall und seiner Lösung besteht, oder wenn die Wasserstoffionen nicht von der Schwefelsäure, sondern von der Kohlensäure oder einer anderen Säure geliefert werden.

In dem erwähnten Element wird Strom geliefert, indem sich Zink löst und Wasserstoff ausscheidet. Man kann aber auch die Ausscheidung von Wasserstoff verhindern, das Element depolarisieren, indem man einen Sauerstoff-

strom bei der aus platiniertem Platin bestehenden Elektrode vorbeiführt. Auch dann besteht dieselbe Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft von dem Gehalt der Lösung an Wasserstoffionen; sie nimmt um 57,5 Millivolt zu, wenn die Konzentration der Wasserstoffionen auf das 10fache steigt. Leitet man durch die Lösung einen Gasstrom, der Sauerstoff mit Kohlensäure enthält, so wird die elektromotorische Kraft sich dem Gehalt des Gasstroms an Kohlensäure entsprechend ändern, da ja dieser Gehalt die Konzentration der Wasserstoffionen bestimmt.

Um dieses Prinzip für die Messung des Partialdrucks der Kohlensäure verwenden zu können, erwies sich nach vielen Versuchen am besten und zuverlässigsten die folgende Kombination:

Silber	Chlorsilber	Lösung mit 0,02 KCl 0,01 $KHCO_3$ 0,25 K_2SO_4	Platiniertes Platindrahtnetz.

Dieselbe Lösung umspült beide Pole. Ein Diaphragma aus Pergamentpapier dient nur zur Verhinderung des Aufrührens des Chlorsilbers durch den Luftstrom, von dem das Platindrahtnetz umspült wird. Wenn das Element arbeitet, erfolgt die Reaktion:

$$4Ag + 4KCl + 4CO_2 + 2H_2O + O_2 = 4AgCl + 4KHCO_3.$$

Wie die Gleichung lehrt, hängt die Energie dieses Prozesses und damit die elektromotorische Kraft des Elementes von der Konzentration der Lösung an Chlorkalium und Kaliumbikarbonat und von dem Gehalt des Gasgemisches an Kohlensäure und Sauerstoff ab. Wenn reiner, von Kohlensäure ganz freier Sauerstoff durch die Lösung geschickt wird, so würde, wie Bodländer gezeigt hat, zunächst alles Bikarbonat in Karbonat verwandelt werden und nach Küster alles Karbonat in Ätzkali. Die elektromotorische Kraft des Elementes würde dabei schliesslich 0,1 Volt betragen, wobei das Silber Lösungselektrode wäre. Enthält der Gasstrom nur eine kleine Menge Kohlensäure, so ist die Wasserstoffionenkonzentration und damit die elektromotorische Kraft weit höher. Wenn man atmosphärische Luft durch das Element leitet, deren Kohlensäuregehalt etwa 0,03 Proz. beträgt, so ist die elektromotorische Kraft 0,268 Volt. Dabei bleibt das Bikarbonat zum grössten Teil bestehen und wird nur zum Teil in Karbonat verwandelt; in 0,1-normaler Lösung zu 63 Proz., in 0,01-normaler Lösung zu 14,5 Proz. Es entspricht diese Spannung sehr nahe dem theoretischen Wert. Ist der Kohlensäuregehalt höher, so steigt die elektromotorische Kraft, genau der Theorie entsprechend, wie die folgende Tabelle ergibt:

CO_2	EMK	CO_2	EMK
0,1	0,293	1	0,350
0,2	0,310	2	0,367
0,3	0,320	3	0,377
0,4	0,327	4	0,384
0,5	0,333	5	0,390
1,0	0,350	10	0,407.

Man erkennt, dass die elektromotorische Kraft sich recht erheblich ändert, wenn der Kohlensäuregehalt von 0,1 auf 0,2 Proz. steigt, aber nur ebenso

stark, wenn er von 1 auf 2 Proz. oder von 10 auf 20 Proz. steigt. Je kleiner also der Kohlensäuregehalt ist, um so empfindlicher ist die elektromotorische Kraft gegen eine Änderung seines Wertes. Dadurch ergänzt die elektrometrische Kohlensäurebestimmung in wirksamer Weise die gasometrische Bestimmung, welch letztere im Gebiete kleiner Konzentrationen sehr unsicher wird.

Bemerkt sei noch, dass die obigen Zahlen nur gelten, so lange der Sauerstoffgehalt des Gases unverändert bleibt. Das Element reagiert auch auf den Sauerstoffgehalt des durchgeleiteten Gasstroms, wie sich leicht aus der Theorie ergibt. Während aber bei einer Vermehrung des Kohlensäuregehaltes auf das Doppelte die elektromotorische Kraft um 17 Millivolt steigt, steigt sie nur um 4,3 Millivolt, wenn man den Sauerstoffgehalt verdoppelt. Wenn man Verbrennungsgase untersucht, entspricht einer Zunahme des Kohlensäuregehaltes eine bestimmte Abnahme des Sauerstoffgehaltes, deren Wirkung auf die elektromotorische Kraft sich leicht berechnen lässt, so dass man mit Hilfe einer elektromotorischen Kraft leicht den Kohlensäuregehalt bestimmen kann.

Für die praktische Ausführung der Messung saugt man mit Hilfe eines Aspirators oder einer Wasserstrahlluftpumpe das zu untersuchende Gas zunächst durch eine mit verdünnter Schwefelsäure und Braunstein beschickte Waschflasche, in welcher namentlich die in Verbrennungsgasen meist enthaltene schweflige Säure zurückgehalten wird. Sodann geht das Gas in ziemlich lebhaftem Strome durch das Element, in welchem die platinierte Platindrahtnetzelektrode nur zur Hälfte in die Lösung taucht. Zur Vereinfachung der Messung ist das Element hinter ein Weston-Element geschaltet und beide zusammen gegen ein Clarke-Element. Dadurch wird die elektromotorische Kraft der Kombination nahezu 0, wenn der Kohlensäuregehalt 10 Proz. beträgt, und steigt, wenn der Kohlensäuregehalt sinkt. Man kann nach Vorschaltung eines passenden Widerstandes die elektromotorischen Kräfte an einem Dosen-Galvanometer ablesen, wie sie für pyrometrische Messungen dienen; die Skala dieser Elemente kann dann so eingerichtet werden, dass direkt die Gehalte des Gases an Kohlensäure abgelesen werden. Die elektromotorische Kraft ändert sich unter sonst gleichen Bedingungen nur wenig, wenn die Temperatur sich innerhalb der gewöhnlichen Schwankungen der Zimmertemperatur ändert. Einer Änderung des Kohlensäuregehaltes folgt die elektromotorische Kraft innerhalb weniger Sekunden, so dass man qualitativ die Zu- oder Abnahme des Gehaltes sofort erkennen kann. Dagegen ist es nötig, den Gasstrom etwa 10 Minuten einwirken zu lassen, ehe die elektromotorische Kraft genau dem Kohlensäuregehalt entspricht.

Der Apparat, der von Keiser und Schmidt in Berlin geliefert werden wird, kann Verwendung finden zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes in Verbrennungsgasen, wodurch die Arbeit des Heizers auf das wirksamste und schnellste kontrolliert und Brennmaterial gespart werden kann. Wegen der besonderen Empfindlichkeit der elektrometrischen Methode bei kleinen Kohlensäuregehalten eignet sie sich besonders zur Untersuchung der atmosphärischen Luft für meteorologische und hygienische Zwecke. Einen ganz besonderen Nutzen wird die Anwendung der Methode bei der kontinuierlichen Untersuchung der Grubenluft von Schlagwettergruben stiften. Hier wird zunächst das Gas von Kohlenstaub und Kohlensäure befreit und dann, ehe es in den Apparat eintritt, durch ein Drehschmidtsches Platinrohr oder ein mit Kupferoxyd gefülltes erhitztes Glasrohr geleitet, in welchem das Grubengas in Kohlensäure verwandelt wird. Jedes Prozent Kohlensäure entspricht einem Prozent Grubengas. Auch zur Untersuchung der Grubenluft nach Explosionen auf Kohlenoxyd kann der Apparat in ähnlicher Weise Verwendung finden. Schliesslich sei bemerkt, dass in ganz derselben Weise wie in sauerstoffhaltigen auch in

wasserstoffhaltigen Gasgemischen mit dem Apparat der Kohlensäuregehalt bestimmt werden kann, was für die Untersuchung von Heiz- und Leuchtgasen von Wichtigkeit werden kann.

Diskussion. Herr HABER-Karlsruhe: Ich möchte mir zwei Fragen gestatten: 1. Welche Hilfsmittel benutzt der Herr Vortr. bei kleinen Kohlensäurespuren, z. B. in der Luft, um die oft gegenwärtige schweflige Säure unschädlich zu machen; 2. welche Empfindlichkeit hat die Messung bei den Kohlensäuregehalten technischer Rauchgase, also in der Nähe von 10 Proz.?

Herr BODLÄNDER-Braunschweig: Die schweflige Säure lässt sich durch verdünnte Schwefelsäure mit Braunstein gut entfernen. Zwischen Gehalten von 9 und 10 Proz. Kohlensäure steigt die Spannung um etwa 5 Millivolt.

14. Herr W. NERNST-Göttingen: **Beitrag zur Kenntnis chemischer Gleichgewichte bei hohen Temperaturen.**

Der Vortr. berichtet kurz über die Verwendung elektrisch geheizter Iridiumöfen zur Untersuchung chemischer Gleichgewichte bei hohen Temperaturen und demonstriert eine Tabelle, welche die Abhängigkeit der Bildung von Stickoxyd und atmosphärischer Luft bei hohen Temperaturen angibt.

Eine andere, wie es scheint, vielversprechende Methode beruht auf dem Studium der Explosionsvorgänge. Der Vortr. berichtet über diesbezügliche Versuche, die Herr Dr. FINCKH angestellt hat, bei denen Knallgas mit atmosphärischer Luft vermengt zur Explosion kam. Und zwar wurden Gemische gleicher Zusammensetzungen bei verschiedenen Drucken zur Explosion gebracht und die Menge Stickoxyd bestimmt, welche sich nachher im Eudiometer vorfand. Da man annehmen darf, dass die Abkühlung fast ausschliesslich durch Strahlung erfolgt, so muss die Zeit, während welcher die maximale Temperatur konstant bleibt, und welche nach $^1/_{1000}$ Sekunden zählen dürfte, konstant sein, und dadurch wird es ermöglicht, die Prinzipien der chemischen Kinetik auf den vorliegenden Fall anzuwenden. Die Berechnung der Zahlen ergibt, dass es sich bei der Bildung von Stickoxyd um eine bimolekulare Reaktion handelt: die für eine Temperatur von 2580° in absoluter Zählung abgeleitete Gleichgewichtskonzentration reiht sich vollständig in die vom Vortr. früher gegebene Tabelle ein.

In dieser Weise konnten also die Prinzipien der chemischen Statik und Kinetik für sehr hohe Temperaturen einerseits und ausserordentlich kleine Zeiten andererseits angewandt werden.

---

4. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags $9^1/_2$ Uhr.

Vorsitzender: Herr A. BERNTHSEN-Mannheim.

Zahl der Teilnehmer: 38.

15. Herr H. KUNZ-KRAUSE-Dresden: **Vorkommen aliphatisch-alicyklischer Verbindungen im Pflanzenreich.**

(Der Inhalt des Vortrages ist im Journal für praktische Chemie bereits ausführlich veröffentlicht.)

16. Herr HANS MEYER-Prag: **Über isomere Ester von Ketonsäuren.**

Während bekanntlich (durch WEGSCHEIDER u. a.) normale und Pseudoester der Aldehydsäuren beschrieben wurden, hat man bisher analoge Derivate

der aromatischen Ketonsäuren nicht erhalten können, vielmehr auf Grund der vergeblichen Versuche von HALLER und GUYOT sowie von GRAEBE, einen isomeren Benzoylbenzoesäureester darzustellen, für diese Körperklasse Tautomerie im Sinne des Schemas:

$$C_6H_4\begin{matrix}CO-R\\COOH\end{matrix} \rightleftarrows C_6H_4\begin{matrix}C<\begin{matrix}R\\OH\end{matrix}\\ \quad O\\CO\end{matrix}$$

angenommen, zumal da das mittelst PCl_5 erhaltene Benzoylbenzoesäurechlorid einerseits mit Ammoniak ein normales Amid, andererseits, mit Benzol kondensiert, Phtalophenon liefert. Nach den Versuchen des Vortragenden lassen sich mittelst Thionylchlorids, in vielen Fällen auch mittelst Phosphortrichlorids isomere Säurechloride der Ketonsäuren erhalten, aus denen in quantitativer Ausbeute die bisher vergeblich gesuchten zweiten Ester entstehen. Letztere kristallisieren sehr schön und haben charakteristische Schmelzpunkte und Schwefelsäurereaktion.

Sie können selbst durch Erhitzen auf 360° nicht umgelagert werden.

Die neu dargestellten Chloride zeigen gegen Ammoniak und Benzol dasselbe Verhalten wie ihre schon länger bekannten Isomeren, daher sind die aus dem Verhalten der Chloride auf die Konstitution der Säuren gezogenen Schlüsse hinfällig. — Das Verhalten der Ketonsäuren gegen Diazomethan, wobei dieselben bei 0° und selbst in wässrig-alkoholischer Lösung quantitativ verestert werden und ein vollkommen einheitliches Produkt liefern, zeigt, dass denselben eine bestimmte Konstitution zukommt, aller Wahrscheinlichkeit nach die Oxylaktonform.

Die Ketonsäuren verhalten sich sonach entgegengesetzt den Aldehydsäuren, aus welchen man durch Einwirkung von Jodmethyl auf die Silbersalze die wahren Ester erhält, während die gleiche Reaktion bei den Ketonsäuren die Ester entstehen lässt.

Diskussion. Herr WEGSCHEIDER-Wien: Nach der Leitfähigkeit in wässriger Lösung ist die Opiansäure in dieser Lösung eine wahre Aldehydkarbonsäure, die Nitroopiansäure ein Oxylakton. Vielleicht werden ähnliche Verhältnisse auch bei Ketonkarbonsäuren gefunden werden können.

17. Herr R. WEGSCHEIDER-Wien: **Über die Verseifung des Benzolsulfosäureesters.**

Man hat früher angenommen, dass die Verseifung von Estern in wässriger Lösung allgemein durch Wasserstoffionen beschleunigt wird. Dem gegenüber habe ich vor zwei Jahren hervorgehoben, dass die vorliegenden Beobachtungen an Sulfosäureestern mit dieser Annahme nicht in Einklang stehen. Zur Prüfung der von mir damals (Z. physik. Ch. **41**, 52) aufgestellten Formeln hat Herr A. PRÄTORIUS Versuche an Benzolsulfosäuremethylester bei 25° angestellt, welche er in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie veröffentlichen wird. Die Verseifung in rein wässriger Lösung gibt eine gute Konstante erster Ordnung; es zeigt sich kein Gang, wie er bei einer katalytischen Beschleunigung durch Wasserstoffionen zu erwarten wäre. Die Verseifung bei Gegenwart verdünnter Schwefelsäure ergab ebenfalls die Wirkungslosigkeit der Wasserstoffionen; es wurde wieder eine gute Konstante erster Ordnung er-

halten, die sich von der in rein wässriger Lösung erhaltenen nur innerhalb der Versuchsfehler unterschied. Bei der Verseifung durch Alkalien sind zwei Reaktionen (Verseifung durch Wasser und durch Hydroxyl) neben einander anzunehmen. Hiermit stehen die Versuche im Einklang, während die Annahme, dass die Verseifungsgeschwindigkeit einfach der Konzentration der Hydroxylionen proportional sei, zur Darstellung der Beobachtungen ungeeignet ist. Die Wirkungslosigkeit der Hydroxylionen bei der Verseifung der Sulfosäureester bietet eine Stütze für die immer mehr an Boden gewinnende Anschauung, dass man nicht von allgemeinen Katalysatoren sprechen kann. Vielmehr verhalten sich im allgemeinen verschiedene Reaktionen gegen denselben Katalysator spezifisch verschieden.

Diskussion. Herr G. BREDIG-Heidelberg weist darauf hin, dass die Spezifitäten der gewöhnlichen Katalysatoren ebenfalls ihre Analogie in der nur wegen der stärkeren Spezifität der Reaktionen feiner detaillierten Spezifität der Energie haben.

18. Herr E. KÖNIG-Höchst a. M.: **Über die Lichtempfindlichkeit der Leukobasen organischer Farbstoffe und ihre Anwendung zur Herstellung photographischer Bilder.**

Während die Leukobasen mancher Klassen von organischen Farbstoffen, z. B. der Safranine, so oxydabel sind, dass sie sich in freiem Zustande überhaupt nicht isolieren lassen, sind andere, wie das Leukomalachitgrün, bekanntlich leicht rein darstellbar und verhältnismässig luftbeständig. Es wird schon manchem Chemiker aufgefallen sein, dass diese beständigsten Leukobasen sich bei längerem Aufbewahren dann besonders stark färben, wenn sie dem Licht ausgesetzt sind. Genauere Untersuchungen über die Lichtempfindlichkeit von Leukobasen hat nur GROS im OSTWALDschen Laboratorium angestellt und besonders die Leukoverbindungen des Fluoreszeins und seiner Substitutionsprodukte untersucht. Er konstatierte, dass die (übrigens in ziemlich roher Weise hergestellten) Leukoverbindungen fast sämtlich mehr oder weniger lichtempfindlich sind, und mass den Sauerstoff, der von den wässrigen Lösungen der Leukobasen, bezw. ihrer Salze am Licht absorbiert wurde.

Sonst scheint sich niemand eingehend mit derartigen Untersuchungen befasst und daran gedacht zu haben, die Leukobasen zur Herstellung photographischer Bilder zu benutzen.

Auf der Suche nach einem einfachen Kopierverfahren für die Dreifarbenphotographie beschäftigten wir uns im photochemischen Laboratorium der Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning zu Höchst a. M. eingehend mit den verschiedensten Leukobasen, mussten aber bald einsehen, dass die Leukobasen, für sich dem Lichte ausgesetzt, nicht imstande sind, genügend kräftige und brillante Bilder zu geben. Wir betteten dann die Leukobasen in eine Schicht Acetylhydrocellulose oder Gelatine ein — unsere Hoffnung, so kräftigere Bilder zu erhalten, erfüllte sich aber nicht.

Erst als wir Kollodium als Bildträger wählten, zeigte sich plötzlich ein ganz gewaltiger Fortschritt in der Lichtempfindlichkeit. Leukobasen, die für sich, stundenlang dem Lichte ausgesetzt, nur eine äusserst schwache Färbung gaben, wurden bei Gegenwart des Kollodiums bereits nach viel kürzerer Belichtung ziemlich kräftig oxydiert.

Es war uns bald klar, dass das Kollodium hier nicht als blosser Bildträger fungieren konnte, und in der Tat zeigte sich bald, dass die Leukobasen am Licht auf Kosten der Salpetersäuregruppen der Nitrocellulose oxydiert wurden. Wir untersuchten dann eine grosse Menge anderer Körper und fanden, dass ähnlich wie die Nitrocellulose sämtliche Salpetersäureester, be-

sonders die der mehrwertigen Alkohole, reagieren. Die Salpetersäureester dagegen und die isomeren Nitrokörper der aliphatischen und aromatischen Reihe sind unwirksam. Die Nitrosamine zeigen ähnliche, wenn auch schwächere Wirkungen als die Salpetersäureester.

Interessant ist es, dass man die Lichtempfindlichkeit des Gemisches von Nitrocellulose und Leukobase durch Zusatz von Harnstoff oder Antipyrin ganz bedeutend herabsetzen kann. Diese Beobachtung scheint darauf hinzudeuten, dass in der Tat die Leukokörper durch NO- oder NO_2-Gruppen, die sich aus dem Kollodium abspalten, oxydiert werden.

Zusatz von Terpentin- oder Anisöl, die man als Sauerstoffträger ansieht, wirken nicht oder kaum merklich beschleunigend auf die Entstehung der Lichtbilder. Als wir aber einmal der Lösung der Leukokörper in Kollodium verschiedene organische Basen zusetzten, in der Absicht, eine bei manchen Leukokörpern auftretende geringe Luftoxydation zu verhindern, bemerkten wir zu unserem Erstaunen, dass die Chinolin und seine Homologen enthaltenden Schichten abermals in ihrer Lichtempfindlichheit ausserordentlich gesteigert waren. Eine Erklärung für diese merkwürdige Erscheinung vermag ich nicht zu geben. Es handelt sich offenbar um einen katalytischen Vorgang.

Die Nitrocellulose ist nun keineswegs die wirksamste der vorhin genannten Verbindungen; sie ist nur für die Herstellung der Bilder besonders geeignet, weil sie gleichzeitig die Schicht erzeugt, die die Bilder zu tragen bestimmt ist. Viel lichtempfindlicher noch sind die Mischungen der Leukobasen mit den Salpetersäureestern des Glyzerins, der Glukose und des Mannits.

Tränkt man ein Stück Fliesspapier mit der ätherischen Lösung z. B. des Leukomalachitgrüns oder des Leukoflavanilins, so färbt sich dasselbe bei kurzer Belichtung kaum merklich, setzt man der Lösung jedoch etwas Nitromannit zu, so wird das Papier am Licht sehr schnell und intensiv gefärbt.

Die Lichtempfindlichkeit der Mischungen von Leukobase und Nitrocellulose kann durch Zusatz von Nitromannit ganz ausserordentlich gesteigert werden.

Ich möchte wiederholt darauf hinweisen, dass es ganz unmöglich ist, mit Leukobasen allein, oder mit Leukobasen, die in indifferente Schichten eingebettet sind, auch nur annähernd brauchbare photographische Bilder zu erzeugen. Die Kopien fallen stets flau und kraftlos aus, die Oxydation der Leukobasen im Licht durch den Sauerstoff der Luft scheint bald ein Maximum zu erreichen, lange bevor die ganze Menge der Leukobase oxydiert ist.

Auch Körper, die keine eigentlichen Leukobasen im gewöhnlichen Sinne darstellen, werden bei Gegenwart der öfter genannten Salpetersäureester am Licht zu Farbstoffen oxydiert, so z. B. das p-Amidodiphenylamin. Diese Base wird bekanntlich in der Zeugdruckerei vielfach zur Herstellung von Oxydationsschwarz benutzt und gibt, mit Kollodium oder ähnlichen Körpern gemischt auf Papier aufgetragen, am Licht sehr schnell intensiv gefärbte Bilder.

Blaue Bilder lassen sich mit Hilfe des o-Chlortetraäthyldiamidotriphenylmethans, grüne mit Leukomalachitgrün, mit m-Nitro- oder m-Amidotetraäthyldiamidotriphenylmethan erzeugen, rote mittelst p-Leukanilins oder Leukorhodaminen, violette mit Hexamethylparaleukanilin, gelbe mit Leukofluoreszein und Leukoflavanilin.

Die Fixierung der Bilder bereitete im Anfang sehr grosse Schwierigkeiten. Manche Leukobasen lassen sich allerdings durch Benzol, Toluol, Äther oder Chloroform aus der Kollodiumschicht herauslösen, doch sind solche Fixierungsmittel für die Praxis nicht brauchbar. Das nächstliegende Fixierungsmittel waren verdünnte Mineralsäuren, in denen sich fast sämtliche Leukobasen sehr leicht lösen. Trotzdem liessen sich die Bilder nicht so fixieren,

denn die Leukobasen zeigen ebenso wie die Farbstoffe eine gewisse Verwandtschaft zur Nitrocellulose und werden mitunter sehr hartnäckig festgehalten. Besser gelang die Fixierung mit verdünnten organischen Säuren, und zwar erwies sich schliesslich die Monochloresssigsäure als bestes Fixierungsmittel für fast alle Leukobasen. Essigsäure, Bi- und Trichloressigsäure sind nicht brauchbar.

Gros hat schon das Verhalten der Leukobasen gegen verschiedenfarbiges Licht untersucht und „in groben Zügen", wie er selbst sagt, festgestellt, dass bei den meisten Leukobasen ein Maximum bei der Bestrahlung mit komplementär gefärbtem Licht auftritt. Gros erhielt bei allen Leukobasen die schwächste Wirkung unter rotem Glas, die stärkste unter „Rosa". Wir belichteten die verschiedenen empfindlichen Schichten unter Farbfiltern, wie sie für das additive Verfahren der Dreifarbenphotographie verwendet werden; es zeigte sich dabei, dass die belichteten Streifen unter dem komplementär gefärbten Filter ein Maximum, unter dem gleich gefärbten ein Minimum von Intensität aufweisen. So werden Blau, Grün und Violett unter Rot und Gelb sehr stark, unter Blau kaum gefärbt, während Rot unter grünem und gelbem Filter sehr stark, unter blauem wenig und unter rotem gar nicht gefärbt wird. Gelb schliesslich wird unter Blau sehr stark, unter Gelb kaum gefärbt.

Diskussion. Herr Bernthsen-Mannheim fragt nach den Vorzügen des demonstrierten Verfahrens gegenüber den vom Vortr. nicht behandelten Ausbleichverfahren, bei denen ein successives Auftragen der die Farben liefernden Schichten nach partieller Belichtung nicht vorgenommen wird, und die auch bereits mit drei Teilnegativen zu arbeiten gestatten.

Herr E. König-Höchst: Man kann allerdings mittelst des Ausbleichverfahrens farbige Photographien erzeugen, doch ist man auf die Verwendung sehr unechter Farbstoffe beschränkt. — Praktisch brauchbar ist das Ausbleichverfahren nur für das direkte Kopieren farbiger durchsichtiger Bilder.

Herr W. Scheffer-Berlin: Wie wird die Gradation der 3 Teilschichten modifiziert und wie die Expositionszeit für die 3 Teilbilder abgestimmt?

Herr E. König-Höchst: Die Gradation der empfindlichen Schichten kann durch Zusatz von Antipyrin und Harnstoff kleiner, durch Nitromannit und ähnliche Körper grösser gemacht werden.

19. Herr G. Bredig-Heidelberg: **Adiabatische Reaktionsgeschwindigkeit chemischer Systeme** (nach gemeinsamen Untersuchungen mit Herrn F. Epstein).

Es wurde der Fall behandelt, dass eine chemische Reaktion sich in einem für Wärme undurchlässigen (Weinhold-Dewarschen) Gefässe abspielt, und es wurden die allgemeinen kinetischen Gleichungen für die Geschwindigkeit einer Reaktion und der chemischen Selbsterhitzung des Systems unter solchen Umständen aufgestellt und an Versuchen bestätigt. Auf Grund des bekannten kinetischen Massengesetzes für die isotherme Reaktionsgeschwindigkeit und der van't Hoff-Arrheniusschen Beziehung für deren Abhängigkeit von der Temperatur, sowie mit Hilfe der kalorimetrischen Beziehung zwischen Reaktionswärme und chemisch umgesetzter Menge, resp. dadurch bewirkter Temperaturänderung erhält man für die Geschwindigkeit der adiabatischen chemischen Selbsterhitzung die kinetische Differentialgleichung:

$$(1) \qquad \frac{dT_x}{dz} = e^{E - \frac{A}{T_x}} \cdot \left(\frac{w}{qb}\right)^{n-1} \cdot \left(T_e - T_x\right)^n ,$$

worin bedeuten:

z die Zeit in Minuten,

T_x die zur Zeit z (infolge des chemischen Umsatzes von x g-Formelgewichten pro Liter des Reaktionsgemisches) erreichte absolute Temperatur,

E und A die Konstanten der VAN'T HOFF-ARRHENIUSschen Temperaturfunktion der Reaktionsgeschwindigkeit,

w die Wärmekapazität des Systems (ev. inkl. der des Gefässes, Thermometers u. s. w.),

q die Reaktionswärme pro g-Formelgewicht,

b die im System vorhandene Anzahl Liter des Reaktionsgemisches,

n die kinetische Ordnung der Reaktion,

T_ϵ die nach vollständigem chemischen Umsatz erreichte Endtemperatur.

Da die Temperatur T_x auch durch eine bekannte kalorimetrische Funktion der chemisch umgesetzten Menge x in obiger Gleichung ersetzt werden kann, so gibt Gleichung (1) auch die adiabatische Reaktionsgeschwindigkeit des Systems. Das bestimmte Integral:

$$(1a)\qquad \int_{z_1}^{z_2} dz = \int_{T_1}^{T_2} \left[e^{-E} \cdot \left(\frac{qb}{w}\right)^{n-1} \right] \cdot \frac{e^{\frac{A}{T_x}}}{(T_\epsilon - T_x)^n} \cdot dT_x$$

kann mit beliebiger Annäherung durch eine Quadratur nach der SIMPSONschen Regel ersetzt werden, und so erhält man die zu einer Selbsterhitzung vom Betrage $T_2 - T_1$ nötige Zeit $z_2 - z_1$ für eine Reaktion erster Ordnung ($n = 1$) als

$$(2)\qquad z_2 - z_1 = \tfrac{1}{6}(T_2 - T_1) \cdot e^{-E} \cdot \left[\frac{e^{\frac{A}{T_1}}}{T_\epsilon - T_1} + \frac{4e^{\frac{2A}{T_1+T_2}}}{T_\epsilon - \frac{T_1+T_2}{2}} + \frac{e^{\frac{A}{T_2}}}{T_\epsilon - T_2} \right].$$

Diese Formel wurde an der Zersetzung erster Ordnung von wässriger Wasserstoffsuperoxydlösung unter dem katalytischen Einflusse von Jodkalium geprüft und bestätigt, indem man die Selbsterhitzungsgeschwindigkeit dieses Gemisches in einem WEINHOLD-DEWARschen Gefässe mit den nötigen Kautelen thermometrisch mass. Näheres wird in der Zeitschrift für anorgan. Chemie, Band 42 (1904), veröffentlicht werden.

Wie bei einer Autokatalyse kann auch hier zuweilen die Selbstbeschleunigung der Reaktion durch die adiabatische Selbsterhitzung zu einem Wendepunkte der Temperatur-Zeitkurve führen. Die Bedingung dafür

$$\frac{d^2z}{dT_x^2} = 0$$

ergibt für die Wendepunktstemperatur T_w die Gleichung:

$$(1b)\qquad T_w = -\frac{A}{2n} \pm \sqrt{\frac{AT_\epsilon}{n} + \left(\frac{A}{2n}\right)^2}.$$

In der Tat zeigen manche Versuche Wendepunkte in der Nähe der berechneten Temperatur. Diese ist also unabhängig von der absoluten Reaktionsgeschwindigkeit, welche in der letzten Formel nicht vorkommt.

Die mathematische Lösung des Problems ist bereits einmal früher (1897) von PETROVITCH versucht worden für den allgemeinen, aber verwickelteren Fall, dass die Wärmetönung q eine Temperaturfunktion ist und daher nach dem Satze von HESS sich auch mit dem chemischen Umsatze x selbst ändert. Die Ableitung ist aber Herrn PETROVITCH infolge eines Fehlers durch Verwechslung von Gleichgewichts- und Geschwindigkeitsbeziehungen misslungen. Es wurde daher diese Ableitung zum grössten Teile neu gegeben und ausserdem an Stelle von A die allgemeinere VAN'T HOFFsche Temperaturfunktion $A' + BT_x + CT_x^2$ der Reaktionsgeschwindigkeit eingeführt. So erhält man die Formel:

$$(2)\quad \frac{dT_x}{dz} = e^{-\frac{A'}{T_x} + B\ln T_x + CT_x + E'} \cdot \left(\frac{wq_a}{b}\right)^{n-1} \cdot \frac{(T_\varepsilon - T_x)^n}{(q_n - ST_\varepsilon)^n \cdot (q_n - ST_x)^{n-2}},$$

in welcher A', B, C und E' die Konstanten der allgemeinsten VAN'T HOFFschen Temperaturfunktion der Reaktionsgeschwindigkeit, q_n die Reaktionswärme bei einer Normaltemperatur, q_a dieselbe bei der Anfangstemperatur und S die Zunahme der Wärmekapazität durch die Reaktion bedeuten. Wird $S = 0$, ändert sich also die Reaktionswärme nicht mit der Temperatur und die Wärmekapazität nicht durch die Reaktion, und können die Konstanten B und C gleich 0 gesetzt werden, was auch häufig der Fall ist, so geht obige verwickeltere Gleichung (2) wieder in die zuerst abgeleitete einfachere Gleichung (1) über.

Diskussion. Herr R. ABEGG-Breslau: Darf ich fragen, ob es richtig ist, dass das Wasser bei diesen Vorgängen eine doppelte Wirkung ausübt, 1. eine verdünnende, 2. eine wärmekapazitätserhöhende. Danach müsste natürlich Verdünnung eine sehr starke Verzögerung der Reaktion, resp. Herabsetzung der Endtemperatur herbeiführen.

Herr BREDIG-Heidelberg bemerkt, dass das Wasser allerdings, aber insofern nur eine sekundäre Rolle spielt, als es die Wärmekapazität erhöht und die Konzentration und damit die Reaktionsgeschwindigkeit und die Endtemperatur beeinflusst.

20. Herr F. HABER-Karlsruhe i. B.: **Über die Bunsenflamme.**

Diskussion. Herr KAUFFMANN-Stuttgart: Zur Bestätigung der Auffassung, dass das Leuchten des inneren grünen Kegels ein Lumineszenzleuchten ist, kann die Beobachtung angeführt werden, dass Kohlenoxyd, welches ja in dem Kegel auch vorhanden ist, ein sehr lumineszenzfähiger Stoff ist. Dieses Gas kann schon bei gewöhnlicher Temperatur und bei gewöhnlichem Druck zum grünen Leuchten gebracht werden. Dass die Lumineszenzfarbe im Bunsenbrenner etwas blaustichiger ist, rührt wahrscheinlich von der höheren Temperatur her.

21. Herr J. v. BRAUN-Göttingen: **Über eine neue Methode zur Aufspaltung cyklischer Basen.**

Der Vortr. hat vor kurzem [1]) gezeigt, dass Amidochloride $R_1 \cdot C(Cl_2) \cdot HR_2$, die aus Acidylverbindungen sekundärer Basen $R_1 \cdot CO \cdot NR_2$ mit aromatischem

1) Berichte 37, 2812. 1904.

Säurerest R_1 durch Einwirkung von Phosphorpentachlorid entstehen, sich bei höherer Temperatur intramolekular so zersetzen, dass unter Bildung eines oder zweier Moleküle Chloralkyl Imidochloride, resp. aromatische Säurenitrite gebildet werden:

$$R_1 . C\begin{matrix} \diagup Cl \\ - N{<}^R_R \\ \diagdown Cl \end{matrix} \begin{matrix} \longrightarrow R_1 \cdot \overset{Cl}{C}{=}N - R + ClR \\ \longrightarrow R_1 \cdot C{\equiv}N{=}2ClR. \end{matrix}$$

Diese Reaktion lässt sich ausserordentlich glatt auf aromatische Acidylverbindungen ringförmiger sekundärer Basen

$$R_1 \cdot CO . N\begin{matrix} \diagup R \\ | \\ \diagdown R \end{matrix}$$

übertragen und besteht dann in einer Aufspaltung des Ringes unter Bildung entweder von gechlorten Imidochloriden oder von Dichloriden:

$$R_1 \cdot CO \cdot N\begin{matrix} \diagup R \\ | \\ \diagdown R \end{matrix} \longrightarrow R_1 . C\begin{matrix} \diagup Cl \\ - N \\ \diagdown Cl \end{matrix}\begin{matrix} \diagup R \\ | \\ \diagdown R \end{matrix} \begin{matrix} \longrightarrow R_1{\cdot}\overset{Cl}{C}{=}N{-}R{-}R{-}Cl \\ \longrightarrow R_1{\cdot}C{\equiv}N + Cl{-}R{-}R{-}Cl. \end{matrix}$$

Die gechlorten Imidchloride liefern durch Behandeln mit Wasser die zugehörigen Acidylverbindungen primärer gechlorter Amine $R_1 . CO . NH . R . R . Cl$, die weiterhin zu den gechlorten Aminen $NH_2 . R . R . Cl$ verseift werden können. Man hat es also mit einer Methode zu tun, welche die Überführung einer sekundären cyklischen Base in eine offene gechlorte primäre oder in ein Dichlorid mit dem gleichen Kohlenstoffgerüst gestattet.

Zur Ausführung der Reaktion mischt man die Acidylverbindung (man verwendet in der Regel das Benzoylderivat der Base) mit Phosphorpentachlorid und erwärmt auf eine mehr oder weniger hohe Temperatur: die Bildung des Imidchlorids erfolgt bei tieferer, die vollständige Herauslösung des Stickstoffs aus dem Ring dagegen erst bei höherer Temperatur. Verwendet man Phosphorpentabromid statt des Chlorids, so erhält man die entsprechenden gebromten Produkte. Auf diese Weise liefert beispielsweise Piperidin

$$CH_2\begin{matrix} \diagup CH_2 - CH_2 \diagdown \\ \\ \diagdown CH_2 - CH_2 \diagup \end{matrix}NH$$

in vortrefflicher Ausbeute auf der einen Seite Benzoyl-δ-Chloramylamin

$$CH_2\begin{matrix} \diagup CH_2 - CH_2 - Cl \\ \\ \diagdown CH_2 . CH_2 . NH . COC_6H_5 \end{matrix}$$

(Schmelzp. 66°), aus welchem δ-Chloramylamin selbst erhalten werden kann, auf der anderen 1, δ-Dichlorpentan

$$CH_2\begin{matrix} \diagup CH_2 . CH_2 . Cl \\ \\ \diagdown CH_2 . CH_2 . Cl \end{matrix}$$

(Siedep. 176—178°, 79°—80° bei 14 mm) oder 1, δ-Dibrompentan (Siedep. 104 bis 105° unter 14 mm). Aus Tetrahydrochinolin

$$C_6H_4\left\langle\begin{array}{l}CH_2-CH_2\\ NH-CH_2\end{array}\right\rangle CH_2$$

erhält man glatt das Ortho-γ-chlorpropylbenzanilid

$$C_6H_4\left\langle\begin{array}{l}CH_2-CH_2-CH_2 . Cl\\ NH . CO . C_6H_5\end{array}\right.$$

(Schmelzp. 108°) u. s. w. Der Wert der neuen Reaktion besteht vor allem darin, dass man mit ihrer Hilfe spielend leicht in den Besitz von reaktionsfähigen Halogenkörpern gelangt, die bis jetzt entweder nur schwer oder gar nicht zugänglich waren, und die ein wertvolles Ausgangsmaterial für zahlreiche Synthesen darstellen. So lässt sich z. B. das Dichlor- oder Dibrompentan in sehr guter Ausbeute in das Cadaverin $NH_2(CH_2)_5NH_2$ überführen, mit Cyankali liefert es das Pentamethylennitrit $CN(CH_2)_5CN$, welches durch Verseifen Pimelinsäure $CO_2H(CH_2)_5CO_2H$ liefert; da letztere leicht in Cyklohexanen

$$CH_2\left\langle\begin{array}{l}CH_2-CH_2\\ CH_2-CH_2\end{array}\right\rangle CO$$

übergeführt werden kann, so hat man es mit einer Reihe von Reaktionen zu tun, durch welche in einer Base eine cyklisch gebundene Iminogruppe $>NH$ durch eine Carbonylgruppe $>CO$ ersetzt wird. Die GRIGNARDsche Reaktion liefert die Magnesiumverbindung

$$CH_2\left\langle\begin{array}{l}CH_2-CH_2-Mg-Br\\ CH_2 . CH_2 . MgBr,\end{array}\right.$$

die sich mit carbonylhaltigen Körpern (z. B. Aceton) zu 1,7 Glykolen, z. B.

$$CH_2\left\langle\begin{array}{l}CH_2-CH_2 . C\left\langle\begin{array}{l}CH_3\\ OH\\ CH_3\end{array}\right.\\ CH_2 . CH_2 . C\left\langle\begin{array}{l}CH_3\\ OH\\ CH_3\end{array}\right.\end{array}\right.$$

umsetzt u. s. w. Die Reaktion tritt in gleicher Weise nicht nur bei einfacher, sondern auch bei komplizierter gebauten Basen ein; ebenso leicht, wie z. B.

Piperidin, reagieren nicht nur die Piperoline und Coniin, sondern beispielsweise auch das zwei Ringsysteme enthaltende Cremphidin

```
            CH3
             |
     CH2  ⁄ C — CH2
     |      |        \
     |      C<CH      NH.
     |        CH     /
     CH2 \  |
          CH — CH2
```

Sie verspricht demnach dank dieser weitgehenden Anwendbarkeit für synthetische Zwecke ausserordentlich fruchtbar zu werden.

22. Herr E. H. RIESENFELD-Freiburg i. B.: **Überchromsäure.**

Jedem Analytiker ist der Nachweis von Chromverbindungen durch Wasserstoffsuperoxyd bekannt. Aber, obwohl diese Reaktion schon vor mehr als einem halben Jahrhundert, nämlich im Jahre 1847 von BARRESWIL[1]) aufgefunden wurde, ist es bisher noch nicht gelungen, die Zusammensetzung der die Blaufärbung verursachenden Überchromsäure sicher zu stellen.

Zu diesem Zweck habe ich mit meinem Mitarbeiter, Herrn WOHLERS, dem ich für seine erfolgreiche Mitarbeit zu grossem Danke verpflichtet bin, die folgenden Versuche angestellt. Wir verwendeten dabei zum ersten Male nicht die ätherische Lösung zur Darstellung der Überchromsäure, sondern gingen von rein wässrigen Lösungen aus, was auch gleichzeitg HOFMANN[2]) gemacht hat, der aber, während wir von der Chromsäure ausgegangen sind, Chromoxyd zur Darstellung des von ihm kürzlich beschriebenen chromatodipersauren Ammoniums benutzte. Die Darstellungsweise ist eine frappierend einfache. Wässrige Chromsäureanhydridlösung wurde bei 0^0 mit Alkali und 30 Proz. Wasserstoffsuperoxyd versetzt, worauf alsbald schön kristallisierte Salze ausfielen. Die Analyse dieser Salze führt zu den Formeln $(NH_4)_3HCrO_8$ und Na_3HCrO_8. Auch ein entsprechendes Kaliumsalz liess sich leicht darstellen. Allen drei Salzen liegt eine hypothetische Säure von der Formel H_4CrO_8 zugrunde, sie leiten sich mithin von einem Anhydrid CrO_6 ab. Die anhydridische Formel des von HOFMANN[3]) isolierten Salzes liefert CrO_5. WIEDE[4]) hat Alkalisalze und Salze organischer Basen dargestellt, die sich von einem Anhydrid Cr_2O_9 ableiten oder, wenn wir das Kristallwasserstoffsuperoxyd der Alkalisalze ins Molekül ziehen, von Cr_2O_{11}. Die neu isolierten Salze stellen also die höchsten bisher bekannten Oxydationsprodukte des Chroms dar, da sie auf ein Molekül Chrom 6 Moleküle Sauerstoff enthalten, sie beweisen gleichzeitig, dass es mehrere Oxydationsstufen gibt, die einen höheren Sauerstoffgehalt als die Chromsäure haben, dass also auch die WIEDEschen Salze Oxydationsprodukte der Überchromsäure sein können und nicht unbedingt als Salze dieser Säure angesehen zu werden brauchen. Die dargestellten Salze besitzen im trockenen und reinen Zustande eine völlig ausreichende Haltbarkeit. So hat das Ammoniumsalz während zweier Monate, wie Analysen erweisen, keinerlei Zersetzung erlitten. Ebenso wenig das Natriumsalz, das freilich aus dem kristallisiertem Zustande, in dem es ausfällt, sehr bald in den amorphen Zustand

1) Ann. chim. [3] 20, 364.
2) Berl. Ber. 1904, 37, 1663.
3) l. c.
4) Berl. Ber. 30, 2180 (1897); 31, 516 u. 3139 (1898); 32, 378 (1899).

übergeht. Aber in diesem zeigt es sogar eine noch grössere Haltbarkeit als das erste Salz. Denn erst bei etwa 110° gibt es im Verlaufe mehrerer Stunden seinen Sauerstoff ab, indem es sich zu Chromat und Natriumoxyd zersetzt. Steigert man die Temperatur freilich um 10—20°, so folgt unter Verpuffung plötzliche Zersetzung bis zum Chromoxyd. Beim Ammoniumsalz liegt das Zersetzungsintervall etwa bei 40°. Bei 50° wurde bereits explosionsartiger Zerfall beobachtet. Mit Wasser übergossen, entwickeln alle Salze spontan Sauerstoff. Hierbei nehmen die Lösungen zunächst die Blaufärbung der Überchromsäure an, die aber bald verschwindet, da die Reduktion, je nachdem ob ein Überschuss an Alkali oder an Säure vorliegt, bis zum Chromat oder zum Oxyd fortschreitet. Setzt man das Salz zu einer ätherischen Lösung, der wenige Tropfen Eisessig und Wasser zugefügt sind, so beobachtet man ebenfalls spontane Sauerstoffentwicklung, und die resultierende Lösung zeigt die lange Zeit haltbare Blaufärbung der Überchromsäure.

Hier ist also ein Weg gegeben, zur analytischen Formulierung der Überchromsäure zu kommen, indem man das von einer abgewogenen Menge Salz entwickelte Sauerstoffquantum volumetrisch misst.

Freilich zeigt auch die ätherische Überchromsäurelösung keine unbeschränkte Haltbarkeit. Doch geht die Zersetzung dieser Lösung bis zum Chromoxyd so langsam, dass man diese beiden Reaktionen leicht auseinander halten kann. Es zeigte sich, dass 1 Molekül $(NH_4)_3HCrO_8$, bezw. Na_3HCrO_8 in ätherischer Lösung 2 Moleküle O abgibt, dass also dem Anhydrid der Überchromsäure die Formel CrO_4 zukommt.

Ich will an dieser Stelle nicht auf die Hypothesen eingehen, die man aus diesen Tatsachen für die Wertigkeit des Chroms in diesen Verbindungen aufstellen kann. Dieselben lassen sich naturgemäss mit 6- wie mit 8-, 10- und 12wertigem Chrom erklären. Im Falle der Sechswertigkeit des Chroms müsste man superoxydartige Sauerstoffbildungen annehmen, während wir bei zwölfwertigem Chrom allen Sauerstoff direkt am Chrom gebunden denken. Am nächsten liegt die Annahme, dass in der Überchromsäure das Chrom 8wertig ist. Diese wird auch dadurch gestützt, dass in diesem Falle beim Übergang aus der Chromsäure ein Farbenumschlag von Gelb zu Blau erfolgt, genau so wie beim Übergang vom Chromoxyd zur Säure ein Umschlag von Grün in Gelb eintritt, wie ganz allgemein ein Wechsel in der Wertigkeit mit einer Farbänderung verknüpft zu sein pflegt. Unter dieser Voraussetzung könnte man dann die von mir isolierten Salze, ohne gezwungen zu sein, eine neue Wertigkeitsänderung des Chroms anzunehmen, als die Dipersalze der Überchromsäure auffassen. Aber es liegt auch die Möglichkeit vor, diese Verbindungen einfach als Doppelsalze anzusehen.

Kurz zusammengefasst lautet das Ergebnis meiner Versuche:

Es ist gelungen, eine Anzahl Salze zu isolieren, in denen auf ein Molekül Chrom 6 Moleküle Sauerstoff kommen, die also einen höheren Sauerstoffgehalt aufweisen als alle bisher bekannten Oxydationsprodukte des Chroms. Von diesen Salzen einer hypothetischen Säure H_4CrO_8 ausgehend, gelangt man durch Messung des entwickelten Sauerstoffs zur einwandfreien analytischen Formulierung der lange Zeit vergeblich gesuchten Formel der Überchromsäure. Es zeigt sich, dass die von WIEDE dargestellten, bisher als Salze der Überchromsäure aufgefassten Körper durch Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd entstandene höhere Oxydationsprodukte des Chroms sind, und dass die anhydridische Formel der Überchromsäure CrO_4 lautet.

Diskussion. Herr A. LADENBURG-Breslau fragt, ob der Name Überchromsäure für CrO_4 weiter haltbar sei, ob es sich wie ein Anhydrid verhalte.

Herr E. H. RIESENFELD-Freiburg i. Br.: CrO_4 liegt bisher nur in ätherischer Lösung und noch nicht in freiem Zustande vor, es dürfte daher die Aufstellung einer Nomenklatur noch nicht an der Zeit sein.

28. Herr FRITZ WEIGERT - Leipzig: **Über umkehrbare photochemische Reaktionen im homogenen System.**

Es wurde in einer früheren Arbeit von R. LUTHER und F. WEIGERT festgestellt, dass die Umwandlung von Anthracen in Dianthracen im Licht als eine umkehrbare photochemische Reaktion zu betrachten ist. Sie ist sehr glatt und vollzieht sich nach beiden Richtungen vollständig. In verdünnten Lösungen stellen sich bei bestimmten Bedingungen der Bestrahlung durch eine Bogenlampe wohl Gleichgewichtszustände ein, welche von verschiedenen Umständen abhängig sind. Die analytisch bestimmte Dianthracenkonzentration beim Gleichgewicht ist 1. abhängig von der Natur der Lichtquelle, 2. proportional der relativen Lichtstärke, der Oberfläche und dem Radius der benutzten zylindrischen Versuchsgefässe, 3. von 1 mm an unabhängig von der durchstrahlten Schichtdicke, d. h. die Absorption ist schon in dünnen Schichten praktisch vollständig, 4. umgekehrt proportional dem Volumen der Lösung und unabhängig von der Anthracenkonzentration:

$$C_D = K \frac{\text{Lichtstärke} \times \text{Oberfläche}}{\text{Volumen}} .$$

Mittels dieser Formel liess sich aus einer Anzahl von Versuchen der Wert von K in guter Übereinstimmung berechnen.

Ausserdem ist der Wert des Gleichgewichts und von K abhängig von der Art des Lösungsmittels und in hohem Masse von der Temperatur. Er liegt bei 167^0, 164^0, 162^0, 160^0, 154^0 ungefähr bei 3,3, 4,8, 5,6, 7,8, 13,6.

Ähnliche Beziehungen wie für das Gleichgewicht ergaben sich auch für die Geschwindigkeit der Reaktion. Da die Umwandlung von Anthracen in Dianthracen unabhängig von der Anthracenkonzentration ist, so ist die Geschwindigkeit durch die Formel:

$$\frac{dx}{dt} = k_L - k'x$$

darstellbar. x ist die Dianthracenkonzentration, k_L die Lichtkonstante und k' die Konstante der Gegenreaktion. Durch Vergleich der Formel mit den Versuchen ergab sich, dass k' im Licht und im Dunkeln dasselbe ist. k' hat einen sehr grossen Temperaturkoeffizienten: für 167^0 $k' = 29 . 10^{-4}$, für 160^0 $k' = 13 . 10^{-4}$, während k_L den für Lichtreaktionen normalen sehr kleinen Temperaturkoeffizienten hat. Es erklärt sich hieraus die starke Verschiebung des Gleichgewichts.

Eine Erklärung für die besonders merkwürdige Unabhängigkeit des Gleichgewichts und der Geschwindigkeit von der Anthracenkonzentration ist auf verschiedene Weise möglich. Eine Entscheidung kann noch nicht getroffen werden. Die Anwendung der Phasenregel auf photochemische Reaktionen ergibt neue Folgerungen, welche durch Reaktionen wie die beschriebene der experimentellen Prüfung zugängig sind.

Diskussion. Herr W. NERNST-Göttingen: Zur theoretischen Behandlung des Gegenstandes möchte ich das Bedenken äussern, dass, weil die Lichtintensität im System so stark variiert, wir kein homogenes System vor uns

haben, und dass daher die Anwendung der nur für homogene Systeme gültigen Formeln kaum zulässig ist.

Herr F. WEIGERT-Leipzig: Aufschluss über diese Fragen erwarten wir von dem Studium der verdünnten Lösungen.

24. Herr A. BINZ-Bonn: **Über die Konstitution des hydroschwefligsauren Natriums.**

M. H.! Wenn ich mich hier zur Konstitution des hydroschwefligsauren Natriums äussere, so geschieht es mit dem Bewusstsein, dass unser Vorsitzender, durch dessen klassische Arbeiten die moderne Hydrosulfitindustrie geschaffen wurde, in erster Linie das Recht hätte, in dieser Sache das Wort zu ergreifen. Ich will mich darum kurz fassen.

Natriumhydrosulfit wurde mit Dimethylsulfat erwärmt und ferner ohne Erwärmen in wässriger Lösung mit Dimethylsulfat geschüttelt. In beiden Fällen resultierte Dimethylsulfon, das als Spaltstück des Dimethylhydrosulfits anzusehen ist:

$$(CH_3)_2S_2O_4 = SO_2 + (CH_3)_2SO_2.$$

Aus der Bildung dieses Körpers folgt, dass das Metall im Natriumhydrosulfit am Schwefel steht, und so ergeben sich die Formulierungen:

I	II	III
$Na - SO_2$	$Na - SO$	$Na - S - Na$
|	|	/ \
$Na - SO_2$	O	O O
	|	\ /
	$Na - SO_2$	SO_2.

Schema I ist nicht haltbar, weil die Moleküle des Natriumhydrosulfits sich gegenseitig reduzieren und oxydieren können, wie BERNTHSEN gezeigt hat:

$$2Na_2S_2O_4 = \underset{\text{Thiosulfat}}{Na_2S_2O_3} + \underset{\text{Pyrosulfit.}}{Na_2S_2O_5}$$

Diese Umsetzung macht sich auch bei der Einwirkung des Dimethylsulfats geltend und deshalb ist die Ausbeute an Dimethylsulfon nur gering. Die Sauerstoffatome des Hydrosulfits sind also sehr leicht beweglich. Das kommt in Strukturbild I durchaus nicht zum Ausdruck, wohl aber in II und III. Der Viererring in III ist etwas gezwungen, so dass II als Ausdruck für die Tatsachen gelten kann.

Diskussion. Es sprach Herr BERNTHSEN-Mannheim.

25. Herr R. ABEGG-Breslau: **Die Tendenz des Überganges von Thalli- in Thallosalze und das Oxydationspotential des Sauerstoffs.**

Herr F. SPENCER hat im hiesigen Laboratorium die Oxydationskraft von Thallisalzlösungen untersucht; die Potentiale an Pt-Elektroden stellen sich mit grosser Genauigkeit gleich an + und — polarisierten Elektroden ein.

Das Nitrat gibt für $i/o = 1$ in 0,4 n HNO_3 das Potential $\varepsilon_h = -1{,}19$ Volt (einschliesslich der Diffusionskette 0,1 KCl/0,4 HNO_3). Nitrat und Sulfat stellen sich augenblicklich, Chlorid namentlich in verdünnten Lösungen langsamer ein.

Die Verdünnung ist bei NO_3' einflusslos, da die Ionisation der Nitrate nahezu vollständig ist. Für SO_4'' gilt dasselbe bei geringer Konzentration an

freier H_2SO_4. Das Chlorid weicht erheblich ab, z. B. ergibt das Doppelsalz $3TlCl \cdot TlCl_3$ (i/o = 1/3) in 0,0007 n HCl-Lösung gesättigt: $\varepsilon_h = -0,95$ V, 1/100 gesättigt: $\varepsilon_h = -1,03$ V; für i/o = 1 in 0,19 n HCl $\varepsilon_h = -0,83$ V.

Die Werte ε_h für die verschiedenen Anionen und der Effekt der Verdünnung zeigt, dass im Chlorid viel, im Nitrat praktisch kein Thalli als Komplex vorhanden ist, d. h. die Nitratlösungen die meisten $Tl^{\cdots}$-Ionen enthalten, und dass die Komplexbildung der höheren Valenzstufe erheblich stärker als die der niederen ist, in Übereinstimmung mit den von BODLÄNDER und mir früher ausgesprochenen Ideen.

Das Steigen des Reduktionspotentials durch Verschwinden vom $Tl^{\cdots}$-Ionen hängt vom Grad der Thalli-Komplexbildung ab: Ein bestimmtes i/o-Gemisch ergab bei Zusatz von 0,2 n folgender Anionen die Werte in Volt:

	Cl′	tart.	acet	CNO′	oxal	Br′	NO_2′	SCN′	SO_3″	CN′	S_2O_3″
ε_c =	0,59	0,56	0,52	0,51	0,43	0,415	0,34	0,27	0,005	−0,03	−0,21.

Der Wert des Nitrats $\varepsilon_h = -1,19$ für i/o = 1 erlaubt, das bei ca. 1,1 liegende O_2-Potential auf demselben Wege zu bestimmen, indem man reine $TlNO_3$ in 1 n HNO_3-Lösung mit O_2 behandelt und mit Pt-Elektroden das Potential misst. Bei Abwesenheit von Pt wirkt O_2 nicht merklich, bei Gegenwart ziemlich schnell und führt zum Wert

$$\varepsilon_c = 0,834 \pm 0,001 \text{ V},$$
$$\therefore \varepsilon_h = 1,117,$$

woraus nach Berücksichtigung der Flüssigkeitskette 1 n KCl/1 n HNO_3 = 0,0215 folgt

$$O_2/1nH^{\cdot} \quad \varepsilon_h = 1,1385 \pm 0,001 \text{ V}.$$

BOSE fand dafür 1,139.

Man kann hier sowohl Pt als Katalysator für die $Tl^{\cdot}$-Oxydation, wie auch das Tl-Salz als Katalysator für die O_2-Potentialbildung am Pt betrachten.

Diskussion. An derselben beteiligten sich Herr W. NERNST-Göttingen und der Vortragende.

---

5. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr J. THIELE-Strassburg i. E.

Zahl der Teilnehmer: 46.

26. Herr V. v. CORDIER-Graz: **Über eine wahrscheinliche Stereoisomerie des Stickstoffs beim Guanidinpikrat.**

M. H.! Im folgenden erlaube ich mir Ihnen über eine Erscheinung kurz zu referieren, die ebenso interessant wie auffallend, deren experimentelle Durchforschung aber leider noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Es handelt sich nämlich um zwei von einander total verschiedene Kristallformen des Guanidinpikrates, wahrscheinlich um eine „Stereoisomerie beim Guanidin“.

Als nämlich Prof. EMICH die quantitative Fällungsmethode des Guanidins durch Pikrinsäure ausarbeitete, in dieser Hinsicht Guanidin der verschieden-

sten Provenienz untersuchte, fand er, dass das Guanidinpikrat zumeist in Form von hackenförmigen, durch fortgesetzte Zwillingsbildung zustande gekommenen, sattgelben Platten, dann aber auch, und zwar, wie ich später fand, bloss bei der Spaltung von saurem Methylbiguanidsulfat mittels Ätzbaryt in rosettenförmig angeordneten Nadeln, die hell eigelb gefärbt sind, ausfällt. Prof. Emich überliess mir nun die Ergründung der wechselseitigen Beziehungen dieser beiden Kristallformen.

Das Nächstliegende war natürlich, an Dimorphismus zu denken. Es wurden daher zunächst die verschiedenen Konstanten der beiden in ihrer chemischen Zusammensetzung völlig identischen Pikratformen ermittelt. Diese stimmen bis auf die Löslichkeit gut überein, z. B. die Leitfähigkeiten bei 20^0 C.

		spez. Leitfähigkeit	molek. Leitfähigkeit:
Platten	n/500. Lösung	0,000141	0,0706
	n/1000. „	0,000078	0,0781
	n/2000. „	0,0000415	0,0828
Nadeln	n/500. „	0,0001302	0,0651
	n/1000. „	0,0000770	0,0770
	n/2000. „	0,0000412	0,0824.

Ich will Sie hier nicht mit trockenen Zahlenangaben ermüden, nur erwähnen, dass auch die Zersetzungspunkte, die Molekular- und die spezifischen Gewichte der festen und gelösten Guanidinpikrate, sowie der daraus regenerierten Karbonate Abweichungen bloss innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen aufweisen. Nur die Löslichkeiten der beiden Pikrate in Wasser zeigten keine Übereinstimmung, indem die Nadeln sich bei höherer Temperatur leichter auflösen als die Platten. Ein Übergangspunkt war aber nicht zu konstatieren. Ich fand die Löslichkeiten in Wasser wie folgt:

	In 100 Teilen H_2O lösen sich Teile von den Platten:	von den Nadeln:
bei 0° C.	0,037	0,043
„ 9° C.	0,038	0,050
„ 20° C.	0,061	0,060
„ 40° C.	0,146	0,166
„ 60° C.	0,313	0,370
„ 80° C.	0,574	0,800.

Diese Befunde sowohl, wie auch die Tatsache, dass ein blosses fraktioniertes Umkristallisieren aus den verschiedensten Lösungsmitteln nicht die Möglichkeit bot, die eine in die andere Form überzuführen, lässt einen Fall von Dimorphismus wohl nicht annehmbar erscheinen. Zu demselben Schlusse kommt man, wenn man folgende Versuche berücksichtigt: Werden die beiden Pikrate in die Karbonate oder in andere Guanidinsalze von Mineralsäuren oder auch in Derivate des Guanidins, z. B. in Glykocyamin, Guanidinsarkosinchlorhydrat u. s. w., verwandelt und dann daraus die pikrinsauren Salze zurückgewonnen, so erhält man im allgemeinen immer wieder die ursprünglich angewandte Pikratform. Nur unter ganz bestimmten Bedingungen, die noch genauer studiert werden müssen, gelang es, aus dem Karbonat und der Glycinverbindung eines Guanidins, das aus Pikratnadeln stammte, nach mehrwöchentlichem Stehen die Platten zu erhalten. Die entgegengesetzte Umwandlung, nämlich Platten in Nadeln, konnte nie beobachtet werden. Jedenfalls ist also Dimorphismus und Pseudomorphose eo ipso ausgeschlossen. Gleichzeitig ist aus diesen Versuchen zu folgern, dass die Platten die stabile, die Nadeln die labile Form des Guanidin-

pikrates vorstellen. Weiterhin wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, um auf einem anderen Weg als auf dem schon angedeuteten über das saure Methylbiguanidsulfat zu den Pikratnadeln zu gelangen, aber keiner führte dazu, obwohl sämtliche Methoden der Guanidindarstellung durchprobiert wurden. Immer kamen nach dem Fällen mit Pikrinsäure wieder die Platten zum Vorschein. Möglich, dass trotzdem die günstigsten Verhältnisse für das Zustandekommen der labilen Form, der Nadeln, noch immer nicht aufgefunden sind. In dieser Hinsicht soll denn auch die Untersuchung noch fortgeführt werden.

Worin liegt nun der Grund für das Auftreten der beiden in chemischer und physikalischer Beziehung einander so ähnlichen Pikratmodifikationen? Ich glaube, dass Isomerieverhältnisse im Guanidinmolekül hier mit eine Rolle spielen, und zwar nicht eine einfache Stellungsisomerie oder dgl., sondern Raumisomerie, und da wird man sich besser für eine Cis-Trans-Isomerie, wie bei den Aldoximen, als für eine Stereoisomerie infolge eines asymmetrischen Stickstoffatoms entscheiden müssen. Die Gründe, die mich zu dieser Annahme förmlich drängten, sind folgende:

Dass die betreffende Isomerie dem Guanidin und nicht der Pikrinsäure zuzuschreiben wäre, erklärt sich daraus, weil, wie schon erwähnt, bei den Versuchen, bei denen das Guanidin von der Pikrinsäure getrennt, dann wieder damit zusammengebracht worden war, es sich zeigte, dass das Vermögen, je nach Umständen Platten oder Nadeln zu geben, eng mit der Base verknüpft ist.

Was nun die Art der Isomerie selbst anbelangt, so ist eine solche in der Ebene bei dem so symmetrischen Bau des Guanidin- und Pikrinsäuremoleküls wohl kaum anzunehmen. Diese kommt also überhaupt nicht in Erwägung. Bei stereochemischer Betrachtung des Guanidinpikratmoleküls findet man, dass eine vollständige Asymmetrie des 5 wertigen Amidstickstoffes, der hierbei zu berücksichtigen wäre, gar nicht existiert, wie folgendes Schema zeigt:

$$
\begin{array}{ccccc}
 & & \mathrm{H}\diagdown\;\diagup\mathrm{H} & & \\
\mathrm{NH_2} - & \mathrm{C} & - \;\mathrm{N}\; - & \mathrm{OH} & \\
 & \| & \diagdown & & \\
 & \mathrm{NH} & \mathrm{C_6H_2} \cdot \mathrm{OH(NO_2)_3}; & &
\end{array}
$$

und bei optischer Untersuchung einer Pikratlösung, dass keine Drehung der Polarisationsebene auftritt, dass also an eine Stereoisomerie dieser Art schwer gedacht werden kann, wenn auch nach Bodewig rechts- und linksdrehende Guanidinkarbonatkristalle vorkommen. Es wäre dann ausserdem noch sonderbar, warum — eine solche Isomerie angenommen —, die eine Form, die Platten, ungleich häufiger auftreten sollte als die andere, was tatsächlich der Fall ist. Übrigens sind die Untersuchungen von Karbonatkristallen, die aus den beiden Pikratformen hergestellt wurden, noch im Zuge.

So bleibt denn nichts anderes übrig, als vorläufig mit aller Reserve im Guanidin eine Cis-Trans-Isomerie, wie bei Aldoximen, infolge des doppeltgebundenen Imidstickstoffes anzunehmen. Damit in Einklang steht die in gewissen Fällen mögliche Überführbarkeit der Nadeln in Platten, eine Erscheinung, die bei Cis-Trans-Isomeren auch beobachtet wird, von denen ja auch immer die eine Form eine höhere Stabilität aufweist als die andere. Bestärkt wurde ich noch in dieser Annahme durch den von van't Hoff ausgesprochenen Satz: „Bei Stickstoffverbindungen treten dann Isomerien auf, wenn zwischen Stickstoff und Kohlenstoff Doppelbindung besteht und die beiden an letzteren gebundenen Gruppen verschieden sind“.

Dass keine der BECKMANNschen analoge Umlagerung bei meinen Pikraten eintritt, ist nicht zu verwundern, da auch bei stereomeren Aldoximen diese Erscheinung unbekannt ist. Wie man sich nun die Cis-Trans-Isomerie beim Guanidinpikrat plausibel machen könnte, zeigt folgende Überlegung: Das Wasserstoffatom der Imidgruppe besitzt entschieden basischen Charakter, wird also von einem Komplex mit ausgesprochen sauren Eigenschaften, wie die Pikrinsäure, gewiss stärker angezogen als von einer, deren Basizität ungeschwächt ist, wie die der unbesetzten Amidogruppe. Man könnte sich also vorstellen, dass, wenn der Imidwasserstoff bei seinen Schwingungen in die Anziehungssphäre des Pikrinsäuremoleküls gelangt, er mit grösserer Kraft festgehalten wird, und die stabile Form, die Platten, entsteht, während bei dem unbesetzten Amidorest diese Anziehungskraft eine viel geringere sein, sie daher leichter überwunden werden kann, ein Zustand, der sich durch das Verhalten der labilen Form der Nadeln erklären würde. Mit dieser Hypothese stände der spontane Übergang des Karbonats aus der Nadel- in die Plattenform in Übereinstimmung, da die im Vergleich zur Pikrinsäure viel schwächere Kohlensäure infolge ihrer geringeren Anziehungskraft auf das basische Imidwasserstoffatom eine Herabsetzung der Starrheit des ganzen Systems bewirken könnte, so dass es nicht als blosser Zufall angesehen zu werden braucht, wenn gerade beim Karbonat die Umwandlung aus der labilen in die stabile Form hat beobachtet werden können. Die Richtigkeit dieser Hypothese, deren Wert nicht zu hoch angeschlagen werden soll, vorausgesetzt, würden den zwei Modifikationen die folgenden Formelbilder zuzuweisen sein:

$$\begin{array}{ll} NH_2-\underset{\underset{N-H}{\|}}{C}-NH_2\cdot C_6H_2\cdot OH\cdot(NO_2)_3 \quad \text{und} \quad & NH_2-\underset{\underset{H-N}{\|}}{C}-NH_2\cdot C_6H_2\cdot OH\cdot(NO_2)_3 \end{array}$$

stabile syn-Form (Platten) labile anti-Form (Nadeln).

Die Bezeichnung „syn- und anti-Form“ für die stabile, resp. labile Modifikation gebrauchte ich in Einklang mit der in ähnlichen Fällen üblichen Bezeichnungsweise, wie z. B. auch bei den Thiosemikarbaziden.

Auffallend ist und bleibt dabei aber immer, dass vorläufig ausser dem Pikrat kein anderes Guanidinsalz hat gefunden werden können, bei dem ähnliche Verhältnisse ebenso augenfällig auftreten.

Wie mehrere Male erwähnt wurde, wird die Untersuchung nach verschiedenen Richtungen fortgesetzt.

Diskussion. Herr A. LADENBURG-Breslau macht darauf aufmerksam, dass die theoretische Deutung sich den Tatsachen insofern nicht anschliesst, als sie keine Erklärung dafür gibt, dass die verschiedenen Formen der Pikrate wiedergewonnen werden, selbst wenn man durch die Basen hindurchgeht.

Herr v. CORDIER-Graz: Es ist der Sachverhalt noch nicht endgültig abgeschlossen, und das Ganze ist nur ein Versuch, sich die Verhältnisse plausibel zu machen.

Herr DRUCKER-Leipzig: Die Hydrolyse des Guanidinpikrates scheint nach der vom Herrn Vortr. gegebenen Tabelle quantitativ zu erfolgen. Wenn die Isomerie, wie Herr LADENBURG bemerkt hat, nur durch die Verschiedenheit der Stellung des H˙ zum Pikrinsäureradikal ermöglicht ist, infolge quantitativer Hydrolyse aber diese Ursache wegfällt, so müssen die Lösungen beider Pikrate identisch, die Isomerie also an den festen Zustand gebunden sein.

Herr C. SCHALL-Leipzig: In Bezug auf eine in der Diskussion gefallene Bemerkung des Herrn DRUCKER, dass die Leitfähigkeitsmessungen des Herrn CORDIER auf sehr weitgehende Dissoziation hindeuten, also die freien Basen

vorhanden sein müssten, fragt Herr SCHALL Herrn CORDIER, ob diese Messungen sich auf die Lösungen oder etwa die feste Substanz bezögen? Da dieselben nach Herrn CORDIER sich nur auf die Lösungen, nicht auf die feste Substanz beziehen und letztere sehr wahrscheinlich praktisch nicht oder viel schlechter leitet, wie die Erfahrung in solchen Fällen lehrt, an der festen Substanz aber die Isomerie sich zeigt, so scheint der Deutung dieser Isomerie eben dort, seitens des Herrn CORDIER, durch die Leitfähigkeitsmessungen nicht widersprochen zu werden.

27. Herr E. MOHR-Heidelberg: **Ein Beitrag zum Benzolproblem.**

Zur Prüfung der Brauchbarkeit der stereochemischen Benzolmodelle ist schon wiederholt versucht worden, o- und m-Substitutionsprodukte des Benzols in optisch aktive Komponenten zu spalten (LE BEL, LEWKOWITSCH, V. MEYER, RÜGHEIMER); die Versuche hatten fast immer bestimmt negative Erfolge. Ich habe versucht, ob sich vielleicht mittelst des KIPPINGschen Spaltbarkeitsbeweises ohne direkte Spaltung und ohne Anwendung optisch aktiver Substanzen bei einfachen o- und m-Substitutionsprodukten des Benzols (o- und m-Nitranilin, m-Nitrobenzoësäure) Spaltbarkeit nachweisen lasse; ich habe aber kein Anzeichen auffinden können; denn Substanzen wie m-Nitrobenzoyl-m-nitranilin $NO_2 . C_6H_4 . CO . NH . C_6H_4 . NO_2$ etc. sind immer durchaus einheitlich, nie Gemische von Stereoisomeren. Auch das α-Phenyläthylamid der m-Nitrobenzoësäure $NO_2 . C_6H_4 . CO . NH . CH(CH_3) . C_6H_5$ ist durchaus einheitlich. Alle diese Beobachtungen sprechen sehr gegen die räumlichen Benzolmodelle und für die zweidimensionalen strukturchemischen Benzolformeln.

28. Herr THEODOR POSNER-Greifswald: **Über die Konstitution der Phenochinone und Chinhydrone.**

Von den verschiedenen Additionsprodukten der Chinone sind die Phenochinone und Chinhydrone die interessantesten. Entdeckt wurden diese Verbindungen von WICHELHAUS[1]), der jedoch eine falsche Zusammensetzung annahm. Erst NIETZKI[2]) und HESSE[3]) wiesen nach, dass es sich um Additionsverbindungen handelt, die ganz allgemein aus einem Molekül Chinon und zwei Molekülen irgend eines einwertigen Phenols oder aus einem Molekül Chinon und einem Molekül irgend eines zweiwertigen Phenols entstehen. Von der Aufstellung einer Konstitutionsformel sehen beide Forscher ab. Eine solche wurde erst von JACKSON und OENSLAGER[4]) aufgestellt, die für die beiden genannten Repräsentanten dieser Körperklassen folgende hemiacetalartigen Formeln annahmen:

HO OC₆H₅ / H H / H H / HO OC₆H₅

Phenochinon.

O OH / H H H H / H H H H / O OH

Chinhydron.

1) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 5, 248, 846.
2) Liebigs Annalen 215, 129.
3) Liebigs Annalen 200, 250.
4) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 28, 1614.

Der am schwersten wiegende Einwand, der bisher gegen diese Formeln erhoben werden konnte, war der, dass sie die intensive Färbung aller derartiger Verbindungen in keiner Weise erklären. Ein strikter Beweis für oder gegen diese Formeln liess sich nicht erbringen, weil es sich bisher als unmöglich erwiesen hatte, irgend welche Derivate solcher Verbindungen zu erhalten.

Troeger und Eggart [1]) fanden nun, dass auch das Thiophenol ein Additionsprodukt analoger Zusammensetzung mit dem Chinon liefert, ohne dasselbe weiter zu untersuchen. Für dieses Additionsprodukt, das kurz als Thiophenochinon bezeichnet werden möge, konnte ich nun zunächst im Zusammenhang mit einer ganzen Reihe meiner früheren Arbeiten nachweisen, dass ihm keinesfalls eine Formel im Sinne der Jackson und Oenslagerschen Annahme zukommen kann. Ferner gelang es mir, durch Aboxydation von vier Atomen Wasserstoff aus dem Thiophenochinon einen äusserst beständigen, prächtig orangerot gefärbten Körper zu erhalten, für den ich durch zahlreiche Derivate die Konstitution eines 3,6-Dithiophenylchinons beweisen konnte. Hiernach kann dem Thiophenochinon nur eine der beiden folgenden Formeln zukommen:

O; C_6H_5S, H; H_2; H_2; H, SC_6H_5; O

oder

ON; C_6H_5S, H; H; H; H, SC_6H_5; OH.

Diese beiden Formeln sind aber tautomere Formen im Sinne einer einfachen Keto-Enol-Tautomerie, und es ist anzunehmen, dass das Thiophenochinon seiner intensiven Färbung wegen im freien Zustande eine chinoïde Konstitution besitzt, also die Ketoform obiger Doppelformel darstellt, während es in seinem Verhalten verschiedenen Reagentien gegenüber offenbar der Enolform entspricht.

Da nun für das Thiophenochinon die angegebene Doppelformel bewiesen ist und ich ferner zeigen konnte, dass das Thiophenochinon in jeder Beziehung den Phenochinonen und Chinhydronen absolut analog ist, so müssen die genannten Körperklassen Konstitutionen im Sinne folgender Formeln besitzen, die dem gesamten Verhalten der Körper in vollkommendster Weise Rechnung tragen:

O; C_6H_5O, H; H_2; H_2; H, OC_6H_5; O

OH; C_6H_5O, H; H; H; H, OC_6H_5; OH

Phenochinon.

---

1) Journ. f. prakt. Chem. [2.] 53, 482.

Chinhydron.

(Die ausführliche Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit wird demnächst in Liebigs Annalen erfolgen.)

29. Herr P. PFEIFFER-Zürich: **Zur Stereochemie des Chroms.**

Der Vortr. konnte zum ersten Male mehrere Reihen stereoisomerer Chromverbindungen darstellen, so dass wir nunmehr über den sterischen Aufbau der Verbindungen dreier Metalle, Platin, Kobalt und Chrom, orientiert sind. Weiterhin gelang es auch, die Konfigurationsformeln der isomeren Salze zu bestimmen, und zwar nach ähnlichen Methoden, wie wir sie aus der Äthylenchemie kennen. Die in Betracht kommenden Körper sind sämtlich einfach zusammengesetzte Additionsprodukte von 2 Molekülen Äthylendiamin (en) an 1 Molekül eines Salzes des dreiwertigen Chroms CrX_3 und besitzen die allgemeine Konstitutionsformel $[en_2CrX_2]X$. Genauer untersucht wurden bisher diejenigen Körper, bei denen die intraradikalen Säurereste Rhodanreste oder Chloratome sind.

Die isomeren strukturidentischen Dirhodanatosalze $[en_2Cr(SCN)_2]X$, die als α- und β-Salze unterschieden werden sollen, entstehen nebeneinander (in Form des Rhodamids) bei der Einwirkung von Äthylendiamin auf Kaliumchromrhodanid $[Cr(SCN)_6]K_3$. Sowohl die α-, wie die β-Salze sind gut kristallisierte orangefarbene Körper, die sich scharf durch Kristallgestalt, Löslichkeit und chemische Reaktionen unterscheiden. Wichtig vor allem ist die Tatsache, dass beim Ersatz der intraradikalen Rhodanreste durch Chloratome die Isomerie erhalten bleibt, so dass dieselbe nicht auf der speziellen Natur der Rhodanreste beruhen kann. Lässt man nämlich auf die α-Dirhodanatosalze Chlor einwirken, so entstehen grüne Salze der Formel $[en_2CrCl_2]X$; dagegen liefern die β Dirhodanatosalze violette Körper, die scharf von ersteren verschieden sind, aber dieselbe Zusammensetzung und dieselbe Konstitution besitzen.

Eine einfache Deutung der Isomerieerscheinung bei den Diacidosalzen $[en_2CrX_2]X$ lässt sich auf Grund des WERNERschen Oktaëderschemas geben, indem man annimmt, dass die mit dem Chromatom verbundenen Gruppen sich räumlich symmetrisch, also in Oktaëderecken um dasselbe gruppieren. Am Modell erkennt man leicht, dass Diacidosalze dann in zwei Formen auftreten müssen, die sich konfigurativ wie Maleïn- und Fumarsäure von einander unterscheiden und dementsprechend als Cis- und Transform bezeichnet werden mögen.

Die Frage, welche der isomeren Salzreihen zur Cis-, und welche zur Transreihe gehören, lässt sich aus den Beziehungen derselben zu den Oxalato-Verbindungen $[en_2CrC_2O_4]X$ erschliessen. Da in den Oxalatoverbindungen eine ringförmige Anordnung des Komplexes

$$CrC_2O_4 = Cr\begin{matrix} \diagup O - CO \\ \quad\;\; | \\ \diagdown O - CO \end{matrix}$$

vorhanden sein muss, so sind notwendigerweise die aus ihnen durch Salzsäureeinwirkung gebildeten Dichlorosalze, falls keine Umlagerung eintritt, Cisverbindungen: Nun entstehen aber bei dieser Reaktion unter allen Umständen die violetten Dichlorosalze, ferner gehen letztere auch leicht wieder, im Gegensatz zu den grünen Salzen, in Salze der Oxalatoreihe zurück (wodurch Umlagerung ausgeschlossen wird), so dass also die violetten Dichlorosalze, mithin auch die β-Dirhodanatosalze zur Cisreihe, die grünen Dichlorosalze und die α-Dirhodanatosalze zur Transreihe gehören.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass durch diese Untersuchung sich weitgehende Analogien zwischen komplexen Chrom- und komplexen Kobaltsalzen ergeben.

Diskussion. Auf eine Anfrage von Herrn STOLLE-Leipzig, ob die α-Dirhodanato- und die β-Dirhodanatosalze sich nicht nur durch ihre Kristallgestalt unterscheiden, erwiderte der Vortragende, dass dieselben auch in der Löslichkeit und auch in chemischen Reaktionen differieren, z. B. geben α-Dirhodanatosalze grüne, β-Dirhodanatosalze violette Dichlorosalze.

30. Herr L. SPIEGEL-Berlin: **Kondensation von Eiweißspaltprodukten.**

Seit einiger Zeit ist EMIL FISCHER erfolgreich bemüht, aus den letzten Spaltprodukten der Eiweisskörper, den Amidosäuren, in zielbewusster Synthese hochmolekulare Verbindungen, die Polypeptide, aufzubauen, und es besteht begründete Hoffnung, dass uns auf diesem Wege in absehbarer Zeit das wahre Pepton, synthetisch gewonnen, zuteil werden wird. Gelingt es dann, in einfachen durchsichtigen Synthesen aus Peptonen zu den höheren Eiweisskörpern zu gelangen, so ist das grosse Problem der Eiweißsynthese gelöst.

Versuche, aus den ersten Produkten der Eiweissverdauung die höheren Eiweisskörper zu regenerieren, sind mehrfach gemacht worden. Im Jahre 1878 teilte zuerst HENNINGER [1]) mit, dass es ihm gelungen sei, durch Erhitzen von Albumosen, dem sogen. Pepton, mit Essigsäureanhydrid auf 80° albuminatähnliches Eiweiss zu gewinnen, und diese Mitteilung veranlasste HOFMEISTER [2]) zur Erwähnung seiner Versuche, bei denen nur Wärme als Anhydrisierungsmittel benutzt wurde; er erhielt ähnliche Produkte, wenn er Albumosen längere Zeit auf 140° erhitzte, oder auch schon in kürzerer Zeit durch Erhöhung der Temperatur auf 160—170°.

So interessant diese Ergebnisse sind, so sind sie doch mit Mitteln gewonnen, welche eine Kontrolle des Entstehungsmechanismus kaum zulassen, und welche sich namentlich von den biologischen Bedingungen weit entfernen.

Die Arbeiten von DANILEWSKI und seinen Schülern, welche aus Eiweissverdauungsprodukten durch Labferment eine anhydride Eiweissform, die „Plasteïne" [3]), regeneriert haben wollen, brauchen hier nicht eingehend berücksichtigt zu werden, da sie nicht mit chemischen Mitteln gewonnen sind, und da es noch streitig ist, ob hier wirklich höhere Eiweisskörper oder nicht vielmehr Produkte weitergehender Spaltung vorliegen. [4])

Die erwähnten Versuche bezwecken, ausgehend von der Annahme, dass die Verdauung ein einfacher hydrolytischer Prozess sei, die Rückverwandlung lediglich durch Wasserentziehung zu bewirken. Mir schwebte nun der Gedanke vor, dass der Aufbau höherer Eiweisskörper aus niederen recht wohl auch durch Kohlenstoffverkettung erfolgen könne. Solche Verkettungen werden in

1) HENNINGER, Compt. rend. 86, 1464 (1878).
2) HOFMEISTER, Zeitschr. f. physiol. Chem. 2, 200 (1878).
3) SAWJALOW, Diss. Juriew 1899, MALYS Jahresber. f. Tierchem. 1899, 58.
4) s. SACHAROW, Biochem. Zentralbl. 1, 233.

verschiedenen Reihen organischer Verbindungen, besonders zwischen aromatischen Gruppen, leicht durch Aldehyde bewirkt, und ich habe deshalb mit dem einfachsten, zudem als biologisches Reagens vielfach angenommenen Vertreter dieser Körperklasse, dem Formaldehyd, Versuche angestellt.

Formalin wirkt nach einer Angabe von LOEW [1]) auf natives Eiweiss nicht fällend, nach weiteren Untersuchungen von BLUM [2]) und BENEDICENTI [3]) verändert es gewisse Eiweisskörper in der Art, dass sie durch Erhitzen nicht mehr ausgefällt werden. Im Gegensatze dazu steht nach LOEW das Verhalten gegen Propeptone. In deren Lösung wird durch Formalin ein starker, flockiger, gegen Salzsäure und Kalilauge relativ beständiger Niederschlag hervorgerufen. Weitere Untersuchungen über die hierbei erfolgte Umwandlung sind unterblieben.

Nach diesen Feststellungen war es jedenfalls zu empfehlen, wenn man zu höheren Eiweisskörpern mit den bekannten Fällungserscheinungen gelangen wollte, nicht zu viel Formaldehyd auf die Albumosenlösung einwirken zu lassen. In einigen Vorversuchen wurde ferner die zweckmässige Reaktion der Versuchsflüssigkeit ermittelt. Da die Bildung der Albumosen in saurer Lösung erfolgt, so erschien es mir zunächst zweckmässig, in ammoniakalischer Lösung zu arbeiten; dies gab bei verschiedener Abstufung des Ammoniakzusatzes kein sicheres Resultat. Vielmehr erwies es sich als richtig, die Lösungen mit Essigsäure bis zur schwach sauren Reaktion zu versetzen. Hierbei fielen aus den Lösungen der benutzten Handelspeptone (Pepton Witte und ein Peptonum siccum ohne nähere Bezeichnung) noch geringe Niederschläge aus, die vor dem Zusatz von Formalin durch Filtration entfernt wurden. Zu je 400 ccm einer so behandelten fünfproz. Peptonlösung werden 5 ccm Formalin (ca. 0,5 Proz. Formaldehyd) zugefügt. Es entstand alsbald oder nach kurzem Stehen eine zunächst diffuse Trübung, die nach 24 Stunden unter völliger Klärung der Flüssigkeit sich in zusammenhängenden Schichten am Boden absetzte. Die jetzt abgegossenen Flüssigkeiten blieben zunächst klar und gaben dann erst nach mehrtägigem Stehen weitere geringe Absätze gleicher Art.

Was nun zunächst diese Niederschläge angeht, so zeigen sie im wesentlichen die von LOEW angegebenen Eigenschaften: Schwerlöslichkeit in Wasser, wie auch in verdünnten Säuren und Alkalien. Erst längere Digestion mit verdünnter Natronlauge oder Erwärmen damit auf ca. 50° bewirkt eine reichlichere Lösung. Die festen Substanzen sowohl, wie die Lösungen geben alle gebräuchlichen Eiweissreaktionen. Beim Erhitzen und Ansäuern mit Essigsäure zeigen die Lösungen nur schwache Koagulation. Durch Ammoniumsulfat bis zur Halbsättigung entsteht in den schwach angesäuerten Lösungen nur geringe Trübung, bei Ganzsättigung reichliche flockige Fällung.

Diese festen Präparate wurden nach Waschen mit Wasser, dann mit Alkohol und Äther, wobei sie zu feinen Pulvern zerfallen, bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und der Elementaranalyse unterworfen. Sie enthielten ca. 49—50 Proz. C, 7,34—8 Proz. H, 13,75—16,6 Proz. N, 1,11—1,29 Proz. S.

Weit interessanter erscheint die Untersuchung der in Lösung gebliebenen Produkte, weil es sich hier allem Anschein nach in der Tat um wohlcharakterisierte koagulable Eiweisskörper handelt. Die Lösungen geben alle Eiweissreaktionen, nur die MILLONsche Reaktion scheint etwas schwächer als in den Kontrollösungen aufzutreten. Nach Zusatz von ca. 1 Proz. Kochsalz zum Sieden erhitzt, trüben sie sich teils sofort, teils nach Zusatz von etwas mehr Essigsäure, während die Kontrollproben klar bleiben.

---

1) O. LOEW, MALYS Jahresber. f. Tierchem. 1888, 272.
2) F. BLUM, Z. f. physiol. Chem. 22, 126 (1896).
3) BENEDICENTI, Arch. Physiol. (HIS) 1897, 219.

Das Verhalten gegen Ammoniumsulfat wurde bei den mit Formaldehyd behandelten und bei bis auf den Formaldehydzusatz genau gleich behandelten Lösungen verglichen. Das Resultat ergibt sich aus folgendem Schema:

	I. Kontrolle	I. Formaldehyd	II. Kontrolle	II. Formaldehyd
Ausscheidung beginnt bei	20 Proz.	7,4 Proz.	24,25 Proz.	15,25 Proz.
wird stärker bis	33 „	16,66 „	50 „	26,47 „
setzt neu ein bei	50 „ (nur wenig)	28,5 „ (fortschreitend bis 50 Proz.)		42 „ (fortschreitend bis 50 Proz.)
Die nach 50 Proz. Sättigung filtrierte Lösung gibt bei Ganzsättigung	Fällung	0	Fällung	0

Es geht aus diesen Versuchsreihen, trotz geringer Abweichungen im einzelnen, deutlich hervor, dass die bei 50 Proz. Sättigung noch löslichen, bei Ganzsättigung ausfallenden Albumosen (die sekundären Albumosen Picks) verschwunden sind zugunsten besonders leicht ausfällbarer Eiweisskörper, unter denen eine Gruppe in ihren Fällungsgrenzen den Euglobulinen noch überlegen scheint.

Die Bildung koagulierbarer Eiweisskörper aus dem sogenannten Pepton, welches bei der künstlichen Eiweissverdauung zunächst entsteht, auf einfachem, von heftigen chemischen oder Temperaturwirkungen freiem Wege ist somit festgestellt. Es eröffnen sich hiermit der Forschung weitere Bahnen, die ich baldigst betreten werde. Die einzelnen aus dem Reaktionsgemisch erhältlichen Fraktionen sollen getrennt und für sich untersucht, besonders soll auch ihr physiologisches Verhalten geprüft werden.

Demnächst entsteht die Frage, ob es nur die allerersten Spaltprodukte der höheren Eiweisskörper, die Albumosen, sind, die auf solche Weise wieder kondensiert werden können, oder ob dieser Prozess auch auf eigentliches Pepton sich erstreckt. Das völlige Verschwinden der diesem schon nahestehenden sekundären Albumosen scheint für die letzte Eventualität zu sprechen. Die Entscheidung hoffe ich binnen kurzem zu erbringen.

31. Herr W. Herz-Breslau: **Löslichkeitsbestimmungen in Aceton-Wasser-Gemengen** (nach gemeinsamen Untersuchungen mit Herrn M. Knoch).

Obgleich Aceton als Lösungsmittel schon häufig von verschiedenen Autoren zu physikalisch-chemischen Messungen benutzt worden ist, liegen dennoch unseres Wissens bis jetzt keine systematischen Untersuchungen über Löslichkeiten in Aceton-Wasser-Gemengen vor. Die nachfolgenden Zeilen haben den Zweck, diese Lücke auszufüllen.

Die Löslichkeitsbestimmungen sind in der folgenden Tabelle derart dargestellt worden, dass unter „Wasser“ die in 100 ccm Lösungsmittel enthaltene Kubikzentimetermenge Wasser, unter „Aceton“ die entsprechende Kubikzentimetermenge Aceton und unter der chemischen Formel die gelöste Millimolzahl des untersuchten Stoffes in 100 ccm Lösung steht.

Wasser	Aceton	$^1/_5$ $KMnO_4$ bei 13°	KCl bei 20°	$B(OH)_3$ bei 20°	$^1/_2$ $C_4H_6O_4$ bei 20°	$^1/_2$ $Ba(OH)_2$ bei 25°
100	0	148,5	410,5	79,15	107,8	55,08
90	10	162,2	351,7	—	127,4	31,84
80	20	177,3	286,6	81,71	155,8	17,79
70	30	208,2	223,7	83,35	186,7	9,1

Wasser	Aceton	$^1/_5$ $KMnO_4$ bei 13°	KCl bei 20°	$B(OH)_3$ bei 20°	$^1/_2$ $C_4H_6O_4$ bei 20°	$^1/_2$ $Ba(OH)_2$ bei 25°
60	40	257,4	166,5	82,74	225,4	4,75
50	50	289,7	115,4	87,6	254,3	1,54
40	60	316,8	71,2	76,4	275,7	0,48
30	70	328	38,5	67,6	278,5	0,08
20	80	312,5	12,9	55,05	265,3	—
10	90	227	2	—	201,9	—
0	100	67,6	—	8,06	51,5	—

Die Löslichkeitsbestimmungen wurden durch Schütteln im Thermostaten ausgeführt. Die Bestimmung der gelösten Menge erfolgte durch Titration: beim $KMnO_4$ mit MOHRschem Salz, beim KCl durch Feststellung der Cl′-Ionen mittels Ag˙-Ionen, bei $C_4H_6O_4$ durch Lauge von bekanntem Titer, bei $B(OH)_3$ ebenso nach Mannitzusatz und bei $Ba(OH)_2$ durch Säure von bestimmtem Gehalt.

Die Löslichkeitskurven verlaufen bei $KMnO_4$, $B(OH)_3$ und $C_4H_6O_4$ analog, indem bei einem gewissen Acetongehalt ein Maximum auftritt, während in reinem Aceton die Löslichkeit geringer als in reinem Wasser ist. KCl und $Ba(OH)_2$ zeigen bei Acetonzusatz stetig ein Fallen der Löslichkeit.

Eine besondere Behandlung erfordern die Löslichkeiten von Kochsalz und Rohrzucker, weil bei diesen bei grösserem Acetonzusatz sich zwei Phasen ausbilden und Schichten auftreten; ebenso erhält man Schichtenbildung, wenn man von reinem Aceton und Kochsalz, resp. Zucker ausgeht und Wasser zusetzt.

Die Bestimmung des gelösten Kochsalzes erfolgte durch Titration der Cl′-Ionen, die des gelösten Rohrzuckers durch Bestimmung des spezifischen Gewichts der von Aceton durch Abdestillation befreiten Lösung nach den BRIXschen Tabellen.

Löslichkeit von NaCl bei 20°.

Wasser	Aceton		NaCl
100	0		537,9
90	10		464,6
80	20		394,8
70	30		330,1
68 bis 13	32 bis 87	2 Phasen	untere Schicht 308,5 obere Schicht 7,7
12	88		7,3
11	89		5,6
10	90		4,3

Löslichkeit des Rohrzuckers bei 25°.

Wasser	Aceton	Rohrzucker (in Grammen)
100	0	89,8
80	20	76,7
70	30	72,1
60	40	59,3
55	45	52,5.

Hier beginnt wiederum die Schichtenbildung. Die Löslichkeit des Zuckers in reinem Aceton ist sehr gering. Bei 80 Aceton auf 20 Wasser beginnt wieder die Schichtenbildung.

Ähnliche Schichtenbildungen sind früher bereits mehrfach — zuerst von J. TRAUBE und O. NEUBERG — beobachtet worden.

Für die Löslichkeiten in Wasser-Alkoholgemengen hat BODLÄNDER vor mehreren Jahren für solche Stoffe, die nur in Wasser und nicht in Alkohol löslich sind, die Beziehung $\frac{W}{\sqrt[3]{S}}$ = konst. abgeleitet, wobei W die Grammmenge Wasser und S die gelöste Grammenge Substanz in 100 ccm Lösung darstellen. Zum Versuch, ob dieser Ausdruck auch für die Aceton-Wassergemenge konstant bleibt, wählten wir die Löslichkeiten von Rohrzucker und Barythydrat; bei diesen bestimmten wir die spezifischen Gewichte, aus denen bei gleichzeitiger Kenntnis der Volumenverhältnisse der reinen Lösungsmittel im Lösungsmittelgemisch und ihrer spezifischen Gewichte sich die notwendigen Daten berechnen lassen.

Bei Rohrzucker stimmt die BODLÄNDERsche Konstante vorzüglich; beim Barythydrat dagegen steigt der Ausdruck $\frac{W}{\sqrt[3]{S}}$ sehr rasch mit steigendem Acetonzusatz. Diese Abweichung liegt wahrscheinlich daran, dass das Aceton in diesem Falle nicht einfach als Verdünnungsmittel des lösenden Wassers wirkt, sondern einen spezifischen Einfluss ausübt, wie auch der kolossale Abfall der Löslichkeit bei geringem Acetonzusatz zu erweisen scheint.

Die Untersuchungen der Löslichkeiten in Aceton-Wasser, Alkohol-Wasser und Glyzerin-Wasser werden fortgesetzt.

(Die Arbeit erscheint ausführlich in der Zeitschrift für anorganische Chemie.)

Diskussion. Herr G. BODLÄNDER-Braunschweig: Ist Baryumhydroxyd in Gegenwart von Aceton als Hydrat mit 8 Molekülen Bodenkörper?

Herr DRUCKER-Leipzig: Verhalten sich die anderen untersuchten Stoffe bezüglich der Formel $\frac{W}{\sqrt[3]{S}}$ = konst. analog dem Rohrzucker oder dem Barythydrat?

Herr W. HERZ-Breslau: Auf die Anfragen der Herren BODLÄNDER und DRUCKER muss ich erwidern, dass der Bodenkörper noch nicht genau untersucht worden ist, und dass ich weitere Untersuchungen über die Konstanz von $\frac{W}{\sqrt[3]{S}}$ für andere gelöste Stoffe im Gange habe.

V.

Abteilung für angewandte Chemie und Nahrungsmittel-untersuchung.

(No. V.)

Einführende: Herr FELIX B. AHRENS-Breslau,
Herr B. FISCHER-Breslau.

Schriftführer: Herr BARTSCH-Breslau,
Herr SARTORI-Breslau,
Herr E. SPRINGER-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr A. STERN-Berlin: Über Aerogengas und seine Verwendung (mit Demonstrationen).
2. Herr H. WISLICENUS-Tharandt: Zur Gerbmaterialanalyse.
3. Herr H. v. JÜPTNER-Wien: Zur Theorie des Wassergases.
4. Herr L. GOTTSTEIN-Breslau: Der Holzzellstoff in seiner Anwendung für die Papier- und Textilindustrie und die bei seiner Herstellung entfallenden Abwässer.
5. Herr M. WENDRINER-Zabrze O/S.: Die Berg- umd Hüttenindustrie Oberschlesiens (Referat).
6. Herr H. v. JÜPTNER-Wien: Wärmetönung und freie Energie einiger chemischer Reaktionen.
7. Herr FELIX B. AHRENS-Breslau: Neue Bestandteile des Steinkohlenteers.
8. Herr S. BEIN-Berlin: Über Schaumweine und deren Beurteilung.
9. Herr H. OST-Hannover: Die Isomaltose.
10. Herr G. BODLÄNDER-Braunschweig: Über Kaustizierung.
11. Herr POTOZKY-Bern: Das Brauwesen der Schweiz.
12. Herr E. BÖRNSTEIN-Charlottenburg: Über die Zersetzung der Steinkohlen bei geringer Hitze.

Betreffs weiterer, in einer gemeinsamen Sitzung mit den Abteilungen für Physik und für Chemie gehaltener Vorträge vgl. die Verhandlungen der letztgenannten Abteilung (s. S 88).

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr F. B. AHRENS-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 33.

1. Herr A. STERN-Berlin: **Über Aerogengas und seine Verwendung** (mit Demonstrationen).

Das Aerogengas soll die Vorteile und die Annehmlichkeiten der zentralen Versorgung mit Licht, Wärme und Kraft auch kleineren Städten, einzeln gelegenen Häusern, Schlössern u. s. w. zugänglich machen, welche bisher dieselben entbehren mussten, da Elektrizitäts- und Steinkohlengaswerke wegen ihres verhältnismässig komplizierten Betriebes eines ziemlich hohen Lichtabsatzes bedürfen, um rentabel zu sein. Die Acetylenbeleuchtung, die seit der Mitte der neunziger Jahre eingeführt wurde und das gleiche Ziel erstrebte, hat die erwartete Ausdehnung nicht finden können, namentlich wegen der zahlreichen Explosionen, die mit diesem Gase vorgekommen sind. Aerogengas ist eine besondere Art Luftgas, unter welchem Namen man ein Gas versteht, welches aus einem Gemisch von Luft mit den Dämpfen leicht siedender Kohlenwasserstoffe besteht. Obwohl dieses Luftgas seit über 30 Jahren bekannt ist, ist dasselbe nur verhältnismässig wenig zur Einführung gelangt. Es wurde hergestellt, indem man Luft komprimierte und durch einen leicht siedenden flüssigen Kohlenwasserstoff (Benzin) strömen liess. So einfach dies Verfahren der Gasbereitung ist, so schwer ist es, mit demselben ein gleichmässiges Gas zu erzeugen. Die Gasbereitung war in hohem Masse abhängig von der Temperatur und den Vergasungsstoffen, und es resultierte ein Gas schwankender Zusammensetzung, das sich in den Erdleitungen kondensierte und ein häufiges Regulieren der Brenner erforderte.

Bei der Herstellung des Aerogengases wird im Gegensatz hierzu ein stets gleichmässiges Gas erzeugt, das keinen Kondensationen ausgesetzt ist. Das Wesentliche in der Konstruktion des Apparates der Aerogengas-Gesellschaft besteht darin, dass die angesaugte und komprimierte Luft durch eine Gasuhr gemessen wird, deren verlängerte Achse ein Schöpfwerk antreibt, durch welches das Solin (es ist dies der Name für eine Sorte Benzin von bestimmtem spezifischen Gewicht) aus seinem Vorratsbehälter in kleinen Dosen in den Saugraum des Gaserzeugers eingeführt wird, wo es mit Luft innig vermischt und vergast wird. Der Gasverbrauch regelt demnach selbsttätig die Zufuhr von Solin, resp. dessen Verbrauch. Ist der Gasverbrauch gross, so dreht sich die Gasmesserachse schnell, und es wird viel Solin geschöpft; wird wenig Gas verbraucht, so wird auch entsprechend wenig Solin dem Gaserzeuger zugeführt; wird kein Gas gebraucht, so kann auch kein Solin in den Gaserzeuger fliessen. Hierdurch ist in einfachster Weise eine stets gleichmässige Zusammensetzung des Gases gewährleistet. Die Erfahrung hat gezeigt, dass am zweckmässigsten 250 g Solin in 1 cbm Gas gegeben werden, so dass aus 1 kg Solin 4 cbm Gas gewonnen werden. Die Tension des verwendeten Solins ist so hoch, dass bei den für uns in Frage kommenden Wintertemperaturen das Aerogengas vollständig kältebeständig ist. Die Apparate werden in Grösse von 10 Flammen an hergestellt, während nach oben eine Grenze in technischer Beziehung nicht besteht.

Der Gaserzeuger bedarf zum Antrieb einer, wenn auch sehr geringen, Kraft (pro cbm Stunde nur etwa $^1/_{120}$ Pferdestärke). Je nach dem Vorhandensein

einer solchen können Dampf, Wasser oder Elektromotoren verwendet werden. In Ermangelung einer solchen kann das entwickelte Gas selbst zum Antrieb mittels Heissluft- oder Gasmotors verwandt werden. Kleinere Anlagen werden vorteilhaft auch durch ein Gewichtswerk betrieben.

Die Anlagekosten einer Aerogengasanlage sind wegen der Einfachheit der Apparate gering, der Betrieb äusserst einfach, desgleichen die Instandhaltung und Bedienung. Die letztere beschränkt sich auf das Sauberhalten des Apparates und Einführen des Solins. Reinigungsapparate sind nicht vorhanden, und Rückstände nicht zu beseitigen. Zur Beleuchtung mittelst Aerogengases dienen fast ausschliesslich Glühlichtbrenner, welche pro Kerzenstunde 2 l Verbrauch haben. Die gebräuchlichste Brennergrösse ist 50 Kerzen mit 100 l Verbrauch; da 1 kg Solin 4 cbm Aerogengas ergibt und ca. 40 Pf. kostet, so stellt sich der Materialpreis für 50 Kerzenstunden auf rund 1 Pf., ist also erheblich niedriger als bei Acetylen oder Petroleum. Die Füllung des Apparates mit Solin geschieht mit explosionssicheren Kannen, bei grösseren Anlagen durch Einpumpen des Solins direkt aus dem Transport- oder Lagerfass in geschlossener Rohrleitung, so dass jedes offene Hantieren mit dem Solin und damit jede Feuersgefahr wegfällt.

Das Aerogengas ist ungiftig, für Pflanzen unschädlich und hat einen nicht unangenehmen charakteristischen Geruch, durch welchen Undichtigkeiten der Leitung sich bemerkbar machen. Das Aerogengas hat im Verhältnis zur Luft ein spezifisches Gewicht von 1,2, es mischt sich nur schwer mit Luft und gibt daher keinen Anlass zu Explosionen, besonders da die untere Explosionsgrenze erst bei 34 Proz. liegt (dagegen bei Steinkohlengas bei 8, bei Acetylen schon bei 3,5 Proz.).

Ausser zu Leuchtzwecken ist das Aerogengas als Heiz- und Motorengas gut zu verwenden, sein Heizwert beträgt 3000 Kalorien pro Kubikmeter. Für die Laboratorien chemischer Fabriken, welche nicht über Steinkohlengas verfügen, und in allen anderen Fällen, in denen der Chemiker auf den Gebrauch von Spiritus- und Benzinlampen angewiesen ist, bietet das Aerogengas eine vorzügliche Wärmequelle, da es im gewöhnlichen Bunsenbrenner mit sehr heisser, leicht zu regulierender Flamme brennt, welche weder russt noch zurückschlägt.

Diskussion. Herr M. Wendriner-Zabrze O./S.: Kann man auch Benzol verwenden?

Herr Stern-Berlin: Benzol hat zu niedrige Tension, es kondensiert zu leicht bei niedriger Temperatur. Versuche über Benzolmischungen sind noch nicht abgeschlossen.

Herr Haber-Karlsruhe i. B.: Ich erbitte Auskunft über die Angabe, dass das Gas sehr schwer ist. Bei einem Gehalt von ca. 8 Proz. Benzin neben 92 Proz. Luft kann das spezifische Gewicht doch wohl nur wenig über das der Luft hinausgehen. Nach dem Molekulargewicht der Benzinkohlenwasserstoffe kann man das ja leicht berechnen.

Herr B. Fischer-Breslau fragt an, ob der Vortr. wohl Erfahrungen darüber besitze, worauf die Tatsache zurückzuführen sei, dass Benzin, welches zunächst unter 80^0 überdestilliert sei, später wieder über 80^0 siedende Bestandteile enthalte? Ob das auf Polymerisation zurückzuführen sei, wie vielfach angenommen werde?

Herr H. Wislicenus-Tharandt: Die Gebäude und Laboratorien der Forstakademie Tharandt werden seit einer Reihe von Jahren mit Aerogengas versorgt. Ohne auf die anfänglich etwas unerfreulichen Erscheinungen Gewicht zu legen — ich bin vielmehr sehr für das Aerogengas eingenommen —, möchte ich darauf aufmerksam machen, dass bei dem spezifisch schweren-

Aerogengas weite Leitungsrohre notwendig sind, wenn man nicht eine ganze Reihe von recht unangenehmen Störungen erleben will. Man hatte geglaubt, unsere alte, für Ölgas eingerichtete Leitung ohne wesentliche Veränderung verwenden zu können. Sie ist zu eng, und es macht sich daher an einem unangenehmen Geruch jede Schwankung des Druckes störend bemerkbar, weil dann riechende Zwischenprodukte der Verbrennung von Benzin aus dem Glühstrumpfbrenner entweichen. Andere Mängel bestehen auch noch, nicht bei dem Gas und nicht beim System, aber bei der Apparatur unserer mittelgrossen Anlage. Es würde zu weit führen, hier darauf einzugehen.

2. Herr H. WISLICENUS-Tharandt: **Zur Gerbmaterialanalyse.**

Die Gerbereipraxis bedarf einer rasch ausführbaren einfachen Methode zur Bestimmung der „gerbenden Substanz", ohne dass es dabei auf eine quantitative Ermittelung der Gerbstoffindividuen im chemischen Sinn, d. h. der Tanninderivate, ankäme. Bisher erfüllen diesen Zweck am besten die sog. „Hautpulvermethode" und für das in der Färbereitechnik verwendete Tannin die LÖWENTHALsche Titrationsmethode. Die beträchtlichen Fehlerquellen, welche beiden Methoden anhaften, sind seit Jahren (am heutigen Tage verhandelt der Turiner Kongress der Lederindustriechemiker darüber) die Ursache vieler Streitigkeiten, grosser Bemühungen und Verhandlungen, welche zunächst noch nicht zum Ziele zu führen scheinen, weil die Anforderungen an die Hautpulvermethode das „ultra posse" wohl erreicht haben und in den chemischen Eigentümlichkeiten beider Methoden natürliche, unüberwindliche Hindernisse für exakte quantitative Arbeiten bestehen. Abgesehen von der Probeziehung, sind die Herstellung der Extraktlösungen, das Filtrieren, die Trockenrückstandsbestimmungen mit erheblichen Fehlern behaftet. Vor allem aber ist das Hautpulver trotz mehrerer Verbesserungen, die von den deutschen, englischen und amerikanischen Chemikern versucht worden sind, kein Material, das für quantitativ-analytische Zwecke tauglich gemacht werden kann. Nach den von PÄSSLER veranlassten und unter besonders geebneten Verhältnissen unternommenen Vergleichsanalysen dreier Chemiker nach dem Hautpulververfahren ist höchstens auf eine Übereinstimmung von 1 bis 1,5 Proz. zu rechnen. So weit geht aber die Übereinstimmung gewöhnlich nicht.

Der Vortragende hat nun seine früheren Versuche, eine neue Formart der Tonerde, die ungewöhnliche Adsorptionswirkungen gegenüber Gerbstoffen äussert, zur Gerbmaterialanalyse zu verwenden, wieder aufgenommen. Die eigenartige Wirksamkeit dieser Tonerde, welche gewöhnlicher Tonerde nicht zukommt, hat am ausgiebigsten die aus metallischem Aluminium in Kontakt mit Quecksilber rasch hervorwachsende Tonerde (Demonstration), in geringerem Grade auch die durch Verglühen von Salzen des Aluminiums mit flüchtigen Säuren ähnlich der bekannten „Pharaoschlange" aufgeblähten Tonerdemassen. Es ist einerseits die amphotere chemische Natur, andererseits eine ungeheure Oberflächenentwicklung der Tonerde, welche gemeinsam ein der Hautsubstanz ähnliches Verhalten gegen Gerbstoffe, gewisse Farbstoffe und Kolloide veranlassen. Das führt zu einigen theoretischen Schlüssen, die für die Theorie der Lederbildung, der Färbung und der kolloidalen Lösungen einen Beitrag zu leisten vermögen. Als nächstliegende praktische Aufgabe hat Vortragender mit seinem Assistenten, Dr. SCHRÖDER, unter Mitwirkung der Deutschen Versuchsanstalt für die Lederindustrie in Freiberg, Parallelanalysen an zunächst 7 verschiedenen Gerbextrakten in der Weise ausgeführt, dass möglichst gleichmässig jedes Extrakt mit verglühter Tonerde (Al_2O_3) in Tharandt doppelt, bezw. dreifach, in Freiberg mit Al_2O_3 und mit Hautpulver je einmal analysiert wurde.

Von den insgesamt 23 Analysen müssen aus äusseren Gründen 2 Extrakte als unvergleichbar ausgeschieden werden. Von den übrigen 5 Extrakten sind 17 unabhänige Bestimmungen mit Al_2O_3 unb 5 mit Hautpulver ausgeführt worden. Bei den 17 Tonerdeanalysen waren nur bei 4 Werten Abweichungen von 0,6 bis 0,8, einmal 0,4, bei den übrigen 0,0 bis 0,2 Proz. hervorgekommen. Gegen die 5 Hautpulveranalysen zeigten sich, wie nicht anders zu erwarten, grössere Differenzen, bis 3 Proz.

Der Vortragende hat ferner die Herstellungsweise jener neuen Tonerde eingehender studiert und ist nach verschiedenen Versuchen auf sein erstes Verfahren zurückgekommen, wobei man das nach Neesen, H. Wislicenus und Kaufmann präparierte Al(Hg) entweder in ausgebreiteter Schicht an (feuchter) Luft sich selbst überlässt oder in einem Gefäss nach Entfernung eines Teiles des anhaftenden Wassers durch Abspülen mit Alkohol die wenige Zentimeter hohe Schicht zu lebhaftester Reaktion und Selbsterhitzung gelangen lässt. Nachträglich zugefügtes Wasser verbessert die Ausbeute nicht, wirkt vielmehr meist ungünstig, sowie auch nur ein wenig Wasser zuviel zugegeben wurde.

Die Fällung der Gerbstoffe und Pflanzenfarbstoffe aus den Lösungen geschieht einfach und rasch durch Schütteln von 100 ccm der höchstens 1 prozentigen Lösung mit etwa 3 g Al_2O_3 unter Prüfung des Filtrates mit Eisenchlorid durch Tüpfelprobe.

Der Vortragende hat ferner mit den ausserordentlich leicht ausbrennbaren, gereinigten Tonerdepräzipitaten Kohlenstoffbestimmungen nach vereinfachter organischer Elementaranalyse und Umrechnung auf Tannin oder die bekannt gewordenen Gerbstofformeln vorgenommen. Weitere Vergleichsanalysen mit spezifischen Gerbmaterialien und Untersuchungen über die Eigenschaften der „gewachsenen“ Tonerde sind im Gange.

3. Herr H. v. Jüptner-Wien: **Zur Theorie des Wassergases.**

Die folgenden Mitteilungen bezwecken, die Lehren der physikalischen Chemie für den Wassergasprozess nutzbar zu machen. Gehen wir zunächst vom Gleichgewichtszustande aus und bezeichnen das demselben entsprechende Gas als ideales Wassergas.

Bekanntlich entsteht Wassergas, wenn man Wasserdampf durch eine Schicht glühender Kohlen leitet. Hierbei können die folgenden beiden Reaktionen auftreten:

I) $$C + H_2O = CO + H_2,$$

II) $$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2.$$

Erstere Reaktion verläuft hauptsächlich bei hohen, letztere bei niederen Temperaturen. In beiden Fällen liefert 1 Atom Kohlenstoff 2 Moleküle brennbare Gase, und — da gleiche Volumina dieser beiden Gase (CO und H_2) bei gewöhnlicher Temperatur annähernd den gleichen Heizwert besitzen — wird auch das aus gleichen Kohlenmengen gebildete Gas bei seiner Verbrennung annähernd gleiche Wärmemengen entwickeln. Die kalorische Ausnützung des Brennstoffes ist somit annähernd die gleiche.

Beziehen wir jedoch die kalorische Verbrennungswärme des Wassergases nicht auf die vergaste Kohlenstoffmenge, sondern auf gleiche Volumina des trockenen Gases, was wir ja tun müssen, wenn wir das Gas für Feuerungszwecke beurteilen wollen, so gibt das nach der zweiten Reaktion gewonnene Gas nur etwa $^2/_3$ der Wärmemenge wie jenes der ersten Reaktion.

Überdies enthält das zweite Gas etwa $^1/_3$ seines Volumens CO_2, die ja bei der Verbrennung mit erwärmt werden muss, wodurch die erzielbare

Flammentemperatur, d. i. der pyrometrische Heizeffekt, wesentlich herabgedrückt wird. Das Gas der ersten Reaktion ist also schon allein aus diesen Gründen namhaft wertvoller als das zweite Gas.

Hierzu kommt aber noch der weitere Umstand, dass beide Reaktionen nicht vollständig verlaufen, dass also nicht die ganze eingeblasene Wasserdampfmenge zersetzt wird. Das Gas wird also neben Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure auch noch Wasserdampf enthalten, wodurch sein Wert noch weiter herabgedrückt wird.

Um nun die für die Wassergaserzeugung günstigste Temperatur zu ermitteln, gehen wir von der Reaktion

III) $$CO_2 + H_2 \rightleftarrows CO + H_2O$$

aus, die wir erhalten, wenn wir die Gleichung II) von I) abziehen. Da dieses Gleichgewicht vom Drucke unabhängig ist, könnte man glauben, dass es auch beim Wassergase der Fall sei, was aber — wie wir sehen werden — unrichtig ist. Für das isotherme Gleichgewicht gilt nämlich:

$$\frac{C_{CO} \cdot C_{H_2O}}{C_{CO_2} \cdot C_{H_2}} = K,$$

oder

$$\frac{C_{CO}}{C_{CO_2}} = K \cdot \frac{C_{H_2}}{C_{H_2O}}.$$

Es kann somit bei jeder Temperatur eine unendliche Zahl von Gleichgewichtszuständen existieren, da jedem beliebigen Verhältnisse von $\frac{CO}{CO_2}$ ein anderes von $\frac{H_2}{H_2O}$ entspricht. Die Reaktionsgleichung III) reicht somit nicht hin, um die ideale Zusammensetzung des Wassergases zu berechnen. Wir müssen daher eine zweite Reaktion zu Hilfe nehmen, die uns gestattet, eines der beiden Verhältnisse $\frac{CO}{CO_2}$ oder $\frac{H_2}{H_2O}$ zu ermitteln. Jedenfalls muss an dieser Reaktion fester Kohlenstoff beteiligt sein, um das Gleichgewicht zwischen der festen Phase (dem Kohlenstoff) und der Gasphase (dem Wassergas) zu fixieren. Wir wählen hierzu die Gleichung:

IV) $$CO_2 + C = 2CO.$$

Dieses Gleichgewicht ist vom Drucke abhängig, und zwar wird mit wachsendem Drucke die Bildung von CO_2 zunehmen und umgekehrt; es wird somit das Verhältnis $\frac{CO}{CO_2}$ wachsen, wenn der Druck abnimmt. In demselben Sinne ändert sich aber auch im Wassergase das Verhältnis von $\frac{H_2}{H_2O}$. Der Gehalt des Wassergases an brennbaren Gasen (CO und H_2) wird also bei gleicher Temperatur wachsen, wenn der Druck abnimmt, und umgekehrt.

Dieses Gleichgewicht (IV) ist aber auch von der Temperatur abhängig, und zwar wird mit steigender Temperatur der CO-Gehalt des Gases zunehmen, und dasselbe gilt auch für das Wassergas bezüglich seines Gehaltes an brennbaren Gasen.

Auf die Art der Berechnung des Wassergasgleichgewichtes für verschiedene Temperaturen und Drucke kann hier nicht eingegangen werden. Die Resultate

dieser Berechnung sind in den Schaubildern für 1 und 4 At. Dampfspannung dargestellt. Die weiteren 3 Diagramme zeigen den Einfluss des Druckes auf den Gehalt des idealen Wassergases an brennbaren Gasen (CO und H_2), an unzersetztem Wasserdampf und an Kohlensäure, während die letzte Figur angibt, wieviel Kohlenstoff durch einen Kubikmeter Wasserdampf bei verschiedenen Temperaturen vergast wird.

Hieraus ergibt sich, dass zur Erzeugung guten Wassergases

1. die Dampfspannung nicht zu gross genommen werden darf,
2. die Vergasungstemperatur nicht unter 800—900° C. sinken darf und
3. bis zu 4 Atmosphären Dampfspannung eine Temperatur von 900—1000° C. nicht überschritten zu werden braucht.

Alles bisher Gesagte bezieht sich auf die ideale Gaszusammensetzung, d. i. auf den Fall, dass im Wassergasgenerator Gleichgewicht erreicht wird. Ist dies nicht der Fall — was ja in der Praxis leicht vorkommen kann —, so können unsere Diagramme zur Beurteilung des Generatorganges dienen. Haben wir beispielsweise bei einer mittleren Generatortemperatur von 800° C. und 2 Atmosphären Dampfspannung ein Gas von der Zusammensetzung:

CO_2	8,7	Vol.-Proz.
H_2O	28,0	„ „
brennbare Gase . .	63,3	„ „

und würden dies mit der aus der Reaktionsgleichung I) abgeleiteten Zusammensetzung (100 Vol.-Proz. brennbare Gase) vergleichen, so würde das Güteverhältnis $\frac{63,3}{100} = 0,633$ zu niedrig gefunden werden, da ja unter den obwaltenden Verhältnissen die Zusammensetzung des idealen Gases

CO_2	5,59	Vol.-Proz.
H_2O	6,17	„ „
brennbare Gase . .	88,24	„ „

ist und das wirkliche Güteverhältnis daher $\frac{63,30}{88,24} = 0,717$ beträgt.

Leider kann ich die Verhältnisse, welche dann eintreten, wenn das Gleichgewicht im Generator nicht erreicht wird, nur mehr ganz kurz besprechen.

An der Berührungsstelle zwischen Wasserdampf und glühender Kohle wird wohl das Gleichgewicht unter allen Umständen eintreten. Die so entstandene ideale Gasschicht wird aber im Weiterströmen teils infolge von Diffusion, teils aber infolge einer durch die Gasbewegung hervorgerufenen mechanischen Vermischung mit dem Wasserdampf im Innern des Gasstromes in Reaktion treten, wodurch sich auch die Temperatur des Gases erniedrigt. Andererseits tritt aber der Gasstrom auf seinem weiteren Wege mit anderen Partien glühender Kohle in Berührung, und es wird sich demgemäss an der Aussenschicht des Gasstromes immer wieder das den obwaltenden Verhältnissen entsprechende Gleichgewicht herstellen, so lange die Reaktionsgeschwindigkeit hinreichend gross ist.

Die tatsächliche Gaszusammensetzung wird somit abhängen

1. von der Berührungszeit zwischen Dampf und Kohle, also von der Dampfgeschwindigkeit und der Schütthöhe der Kohlen,
2. von dem Verhältnisse zwischen Oberfläche der Kohlenstücke und Volumen der Zwischenräume und
3. von der Reaktionsgeschwindigkeit, also der Temperatur des Generators.

Die wirkliche Gaszusammensetzung wird sich somit der idealen um so mehr nähern:

1. je höher die Kohlenschicht,
2. je langsamer die Dampfgeschwindigkeit,
3. je grösser die Oberfläche der Kohlenstücke und je kleiner das Volumen der Zwischenräume, also je kleinstückiger und poröser die Kohle und je dichter ihre Lagerung ist, und
4. je höher die Vergasungstemperatur liegt.

Unter sonst gleichen Umständen wird eine Steigerung der Windgeschwindigkeit anfangs also nur verhältnismässig kleine Abweichungen von der idealen Gaszusammensetzung bewirken, weil ihre schädliche Einwirkung durch die Mischung des Gases innerhalb der Kohlenschicht grossenteils paralysiert wird. Von einer gewissen Windgeschwindigkeit angefangen, wird aber die Menge des unzersetzten Wasserdampfes plötzlich stark steigen. Es ist das ein Umstand, der beim Betrieb von Wassergasgeneratoren von grösster Wichtigkeit ist.

Weiter ist aber noch zu bedenken, dass die Temperatur der Kohlen im Generator eine ungleiche ist. Blasen wir den Wasserdampf dort in den Generator ein, wo die Kohlen am heissesten sind, so wird sich an der Aussenschicht des Dampfstrahles ein sehr CO-reiches Gas bilden, dessen CO_2-Gehalt aber durch Vermischen mit dem Dampfinneren zunimmt. Da das Gas mit immer kälterer Kohle in Berührung kommt, nimmt aber auch in der Aussenschicht der Kohlensäuregehalt immer mehr zu, so dass die Gaszusammensetzung immer schlechter wird. Ja, es ist sogar der Fall nicht ausgeschlossen, dass der CO-Gehalt des Gases in den kältesten Partien der Kohlenschicht durch Zerfall in Kohlensäure und Kohlenstoff ($2CO = CO_2 + C$) noch weiter herabgemindert werden könne.

Strömt der Dampf hingegen umgekehrt bei den wenigst erhitzten Kohlenpartien ein, so entsteht anfangs mehr Kohlensäure, während der Kohlenoxydgehalt des Gases im Weiterstreichen stets zunimmt. Das Gas wärmt sich hierbei successive an, und die Reaktionstemperatur steigt, was alles günstig wirkt. Der Zerfall von Kohlenoxyd in Kohlensäure und Kohlenstoff ist aber hier ganz ausgeschlossen.

Hieraus ergibt sich, wie wichtig es beim Wassergasprozesse ist, das Gegenstromprinzip anzuwenden.

Diskussion. Herr Haber-Karlsruhe in B.: Ich möchte anschliessend auf den grossen Unterschied hinweisen, der zwischen den technischen und den Gleichgewichtswerten der Reaktion

$$CO_2 + C \rightleftarrows 2\,CO$$

sich im Wassergasgenerator bei der Blaseperiode zeigt. Auch darf ich im Hinblick auf Versuche, die ich an der Bunsenflamme gemacht habe, vielleicht anmerken, dass die Reaktion

$$CO + H_2O \leftrightarrows CO_2 + H_2$$

unter 1500^0 geradezu langsam erfolgt. Die Unterschiede, welche die Geschwindigkeitseinflüsse gegenüber den Gleichgewichtsrechnungen in praxi bedingen, sind in diesem ganzen Gebiete so gross, dass ich sehr begrüssen würde, wenn im Anschluss an die wertvollen Darlegungen des Herrn Vortragenden die von ihm schon kurz skizzierten Geschwindigkeitsverhältnisse nähere Behandlung erführen.

Herr G. BODLÄNDER-Braunschweig: Ist die Kurve, die den Einfluss der Geschwindigkeit des Dampfstroms ausdrückt, rein empirisch oder aus theoretischen Überlegungen hervorgegangen?

---

2. Sitzung.
Dienstag, den 20. September, vormittags.
Vorsitzender: Herr H. OST-Hannover.
Zahl der Teilnehmer: 38.

4. Herr L. GOTTSTEIN-Breslau: **Der Holzzellstoff in seiner Anwendung für die Papier- und Textilindustrie und die bei seiner Herstellung entfallenden Abwässer.**

Der Vortr. schilderte die Bereitung des Holzschliffes für Zwecke der Tagesliteratur, sowie überhaupt für Papiere von kurzer Benutzungsdauer und besprach dann die Herstellung von Cellulose. Die auf alkalischem Wege hergestellte Natroncellulose hat nur geringe Verbreitung gefunden, sich aber namentlich in Pommern und Oberschlesien erhalten, wo die Kiefer vorherrschend ist. Für Sulfitzellstoff, die heute dominierende Papierfaser, ist die Verwendung von Fichte und Tanne, wovon die erstere vorzuziehen ist, unerlässlich. Andere Versuche, z. B. auf elektrischem Wege oder mittelst Salpetersäure unter Gewinnung von Oxalsäure als Nebenprodukt, sowie durch Aufschliessung der Intercellularsubstanz mittelst Teerölen Zellstoff herzustellen, konnten in der Praxis keinen Eingang finden.

Die Verwendung des Sulfitzellstoffes ist eine sehr vielseitige und die Produktion fortwährend ansteigend. 1897 erzeugte Deutschland 223000 t Holzcellulose im Werte von ca. $41^1/_2$ Millionen Mark, während die Erzeugung des Jahres 1904 ungefähr 360000 t betragen wird, also eine Vermehrung von mehr als 50 Proz. in ca. 8 Jahren. Zur Herstellung dieses bedeutenden Quantums ist die enorme Menge von annähernd 1750000 Festmetern Holz erforderlich, die zum grössten Teil von der einheimischen Forstwirtschaft geliefert werden.

Neben der Verwendung des Holzzellstoffes zu Papier traten schon frühzeitig Versuche auf, ihn der Textilindustrie nutzbar zu machen. CLAVIEZ schneidet Papier in feine Streifen, die durch NITSCHELwerke gerundet und hiernach zu Garnen versponnen werden, welche unter dem Namen „Xylolin" im Handel erscheinen und seit einigen Jahren bereits zu Geweben Verwendung finden; in ähnlicher Weise verspinnt Professor ZABETTI Seidenpapier zu feineren Garnnummern. Einen Vorteil gegenüber dieser vom fertigen Papier ausgehenden Methode bietet das KELLNER-TÜRKsche Nassspinnverfahren, welches direkt von dem Halbstoff der Papierfabrikation, dem Zellstoffaserbrei, ausgeht und in der Fürstlich Donnersmarkschen Versuchsanlage der Patentspinnerei-Akt.-Ges. Altdamm bei Stettin betrieben wird. Gröbere Nummern der so erhaltenen Garne dienen als Ersatz für Jute, feinere für Baumwoll-Gewebe, und Seile aus diesem unter dem Namen „Licellagarn" in den Handel gebrachten Fabrikate haben eine ziemliche Festigkeit sowie gefälliges Aussehen und vertragen öfteres Waschen. Dieses Verfahren ist seit kurzem in Mannheim im Grossbetriebe in Anwendung. Bei einem Import an Rohbaumwolle und Abfällen von ca. 4300000 Doppelzentnern im vergangenen Jahre, mit einem Wert von über 400 Millionen Mark, sowie von 1120000 Doppelzentnern Jute, in einem Wert von 30 Millionen Mark und unter Berücksichtigung der Spekulationspassion amerikanischer Faiseure,

unter der unsere Textilindustrie so schwer zu leiden hat, kann die Zellstoffspinnerei für unsere nationale Volkswirtschaft von Segen werden, selbst wenn es ihr auch nur gelingen sollte, einen geringen Teil dieser ausländischen Rohmaterialien zu ersetzen.

Der Vortr. schilderte dann die Fabrikation der Kunstseiden nach Chardonnet, Lehner, Pauly und der Viskoseseide von Cross, Bevan und Beadle. Dieselbe wird in der dem Fürsten Henkel von Donnersmark gehörigen Fabrik in Sydowsaue bei Stettin betrieben. Der ihr anhaftende Nachteil der Festigkeitsverminderung im feuchten Zustande ist durch die kürzlich erfundene Acetatseide aus Celluloseacetat behoben. Die neue Seide ist gegen Wasser gänzlich unempfindlich und von hervorragender Festigkeit. Auch mit dieser Kunstseide aus Celluloseacetat wäre ein kostbares vom Auslande bezogenes Material wenigstens zu einem gewissen Teile durch ein inländisches Produkt und einheimische Arbeit zu ersetzen.

Aber dieser Lichtseite der Zellstoffindustrie steht der Nachteil gegenüber, dass nur ungefähr die Hälfte der Trockensubstanz des Holzes als Faser gewonnen wird, ein geringer Teil der Cellulose sowie die ganze Intercellularsubstanz aber, entsprechend einem Trockengehalt von täglich 10—12000 Doppelzentnern, auf die deutsche Erzeugung gerechnet, durch unsere Flüsse abgeführt werden. Alle Versuche, die organischen Substanzen zur Fabrikation von Leder, Alkohol, Essigsäure, Oxalsäure, für Klebstoffe, Briketts u. s. w. zu verwerten, haben sich als undurchführbar herausgestellt.

Ebenso wenig aussichtsreich erscheint der Vorschlag A. Franks, die neutralisierten Ablaugen zu verfüttern; zu erwähnen seien noch die Verwendung derselben zu Inhalationszwecken und zur Verhinderung von Staubbildung auf Landstrassen. Vorläufig ist auf eine Verwertbarkeit der Laugen kaum zu hoffen.

Es bleibt demnach nur die Vernichtung der Ablaugen ins Auge zu fassen. Berieselung ist wegen der klebrigen Beschaffenheit ihrer Bestandteile ebenso wenig zu empfehlen wie Aufstauen in grossen Bassins, das zu Zersetzungen durch pflanzliche Tätigkeit und infolge Versickerung durch Risse in den Bassins zur Verunreinigung des Grundwassers führen würde.

Es bleibt somit nur übrig, die Laugen einzudampfen und die Rückstände zu verbrennen — ein sehr kostspieliges Arbeiten, das namentlich kleineren Fabriken verhängnisvoll werden kann — oder, als die zur Zeit eigentlich einzig angängige Lösung der Frage, die Anlage der Zellstoffabriken an wasserreichen Flussläufen. Wo dies aber der Fall ist, sollte man sich auf die Bedingung beschränken, dass die in den Abwässern enthaltenen Fasern in praktisch möglicher Weise wiedergewonnen werden, was im übrigen schon aus wirtschaftlichen Rücksichten geschieht, und dass die Abwässer der Kocherei nach Abstumpfung der freien Säure mittelst Kalks, welche aber nicht bis zur völligen Neutralisation zu treiben ist, verdünnt durch die übrigen Wasch- und Kühlwässer, möglichst schnell in die Strömung des Flusslaufes überführt werden. Lieber sollte man bei der Anlage neuer Fabriken, wie bei Vergrösserung bestehender, statt der jetzt als zulässig erachteten 500fachen Minimalverdünnung der eigentlichen Kochlösung eine 1500fache bei Minimalwasser des Vorfluters verlangen, als in Bezug auf die Bedingungen für die Wiedergewinnung der Fasern und die Reinigung der Ablaugen, welche letztere an sich praktisch doch kaum ausführbar ist, harte Anforderungen zu stellen.

Bei der vorerwähnten Verdünnung ist, wie mehrfache Analysen beweisen, und wie sich im übrigen auch durch Berechnung leicht feststellen lässt, die Beschaffenheit des Wassers schon eine kurze Strecke unterhalb der Zellstofffabriken in den hauptsächlichsten Punkten einwandfrei zu nennen. Auch das

Interesse der Fischerei wird bei obengenannter Verdünnung nicht geschädigt, da der Sauerstoffbedarf der organischen Stoffe nunmehr leicht seine Deckung findet, ohne das Wasser merklich ärmer daran zu machen. Freie schweflige Säure ist nicht mehr vorhanden, und der einfach schwefligsaure Kalk, der im übrigen meist zur Fällung gelangt ist, würde nach den Versuchen von WEIGELT selbst beim Vorhandensein von Forellen nicht schädlich wirken. Tatsächlich hat auch in dieser Weise die Abwasserfrage bei den meisten Zellstoffabriken ihre befriedigende Lösung gefunden, und es wäre mit Rücksicht auf die grosse Bedeutung der geschilderten Industrie für unsere Forstwirtschaft wie für unser Volkswohl zu wünschen, dass namentlich gegenüber schon bestehenden Werken nicht durch zu weitgehendes Reglementieren und übertriebene Anforderungen unserer Behörden, beeinflusst vielleicht durch einen gewissen Fanatismus mancher Hygieniker, unsere Zellstoffindustrie in ihrer Entwicklung gehemmt und zum Nutzen des Auslandes benachteiligt werde. Denjenigen aber, die in dieser Beziehung, wenn auch geleitet durch die besten Absichten, einen zu grossen Übereifer an den Tag legen, sollte man entgegenhalten, dass das Fortschreiten nationaler Wohlfahrt, Gesundheit und Gesittung untrennbar verknüpft ist mit der Schaffung vermehrter Arbeitsgelegenheit und der dadurch hervorgerufenen Erhöhung des Einkommens der breiten Schichten unserer Bevölkerung.

Diskussion. Herr F. B. AHRENS-Breslau meint, da die Cellulose in der Acetatcellulose sicher nicht völlig acetyliert ist, so würde die Anfärbung derselben über den Färbeprozess doch keine Aufklärung geben.

Er fragt ferner, ob eine Erklärung dafür vorliege, dass die Ausbeute an Viskose bei Sulfitcellulose besser als bei Natroncellulose ist?

Der Vortragende verneint dies.

Endlich meint AHRENS, dass die Verwendung der Abwässer zum Düngen wohl keine grosse praktische Verwendung finden werde, da sie nicht als Pflanzennährstoff, sondern nur als Humusbildner wirken könne. Die ungeheuren Abwassermengen würde die Landwirtschaft an Ort und Stelle oder in der Nähe der Fabriken doch nicht aufnehmen können.

Herr RASSOW-Leipzig richtet die Anfrage an den Redner, ob der FRANKsche Vorschlag, die schweflige Säure der Ablaugen durch Neutralisieren mit Kalk als neutrales schwefligsaures Calcium wiederzugewinnen, im grossen erprobt ist und sich bewährt hat.

Herr H. WISLICENUS-Tharandt: Ist dem Herrn Vortr. der Vorschlag KNÖSELS zu einer für die Land- und Forstwirtschaft wichtigen Verwendung der Cellulose bekannt? KNÖSEL verarbeitet die Ablauge mit Thomasmehl, wobei in der Tat nach Bestimmung in der Halleschen agrikulturchemischen Versuchsstation und in meinem Institut die Phosphorsäure nahezu vollkommen aufgeschlossen wird durch freie Schwefelsäure und Ligninsulfosäure. Es würden so also der Landwirtschaft die Massen von Pflanzennährstoffen, welche dem Waldboden durch die grosse Celluloseindustrie entzogen werden, wieder zugeführt.

Aus Kupferoxydammoniakcellulose stellen die Vereinigten Glanzstoffabriken Elberfeld interessante hochwertige Kunsthaare, Rosshaare und neuerdings sehr gut imitierte Menschenhaare, her.

Herr FREYER-Wien fragt an, ob für die Herstellung der Celluloseseide auch Holzabfälle verwendbar seien, sowie in wie weit der derzeitige Bedarf vom Inland gedeckt wird.

Der Vortragende beantwortet die Anfrage dahin, dass die Verwendung von Abfällen nicht rentabel sei, sondern ebenso wie für die Herstellung von Holzschliff gute Stämme verwendet werden. Der Bedarf an

Holz werde zu ca. 15 Proz. vom Inland, zum grössten Teil von Russland und zum geringeren von Österreich gedeckt. Die Einfuhr kanadischen Holzes sei nicht durchgedrungen.

5. Herr M. WENDRINER-Zabrze O/S.: **Die Berg- und Hütteindustrie Oberschlesiens** (Referat).

Der Vortr. gab zunächst eine Übersicht über die geologischen Verhältnisse des oberschlesischen Steinkohlenbeckens und schilderte dessen Bedeutung für die gegenwärtige und die zukünftige Steinkohlenversorgung Deutschlands. Die neueren Aufschlüsse und Bohrungen des Fiskus und der grossen Privatgesellschaften haben gezeigt, dass der jetzt fast allein im Abbau befindliche nördliche sog. Zabrze-Myslowitzer Sattelflötzzug auch nach dem Südwesten des grossen Beckens hin sich in erreichbare Teufen erhebt. Von Orlau in dem österreichischen Teile des Beckens, zwischen dem Ostrauer und Karwiner Revier, zieht sich die dort seit langer Zeit bekannte, etwa 1600 m Niveaudifferenz betragende grosse Schichten-Verwerfung über Mschanna, Rybnik und Gleiwitz bis nordöstlich von Tarnowitz hin. Westlich derselben sind die Rybniker Flötze, welche die älteste der drei Schichtenreihen des Beckens darstellen, in einer breiten Randzone emporgehoben, nur von wenigen kleinen muldenförmigen Einlagerungen der mittleren Sattelflötzreihe überdeckt. Östlich dieses Hauptverwurfs fallen die Schichten von der grossen nördlichen Erhebungsfalte aus allmählich ab und bilden eine grosse, nach Südosten sich öffnende Mulde. In der Mitte dieser Mulde, etwa zwischen Lazisk und Pless, liegt die ganze Orzescher Schichtenreihe, die jüngste der drei Reihen, über den Sattelflötzen, in einer Mächtigkeit bis zu 2700 m, so dass letztere bis in absehbare Zeit unserer Bergbautechnik unerreichbar sind; noch mehr natürlich gilt dies von den darunter liegenden Rybniker Schichten. Auf den emporgehobenen nördlichen und westlichen Flügeln dieser Orzescher Mulde sind die oberen Schichten, längs dem Hauptverwurfe, nur in ihren Ausläufern vorhanden und überdies mehr oder weniger erodiert, so dass hier die jüngste Reihe — die von Orzesche — entweder ganz fehlt oder nur in ihren unteren Flötzen erhalten ist und so die mächtigen Sattelflötze, und auch die Rybniker Flötze bis zu 2000 m Tiefe, dem Bergbau zugänglich gelagert sind. Hier also liegt die Zukunft unseres oberschlesischen Bergbaues, und hier haben sich der Fiskus und grosse private Interessenten bedeutende Grubenfelder gesichert. Die bedeutendsten der neueren fiskalischen Aufschlüsse sind die von Knurow, mit einer Gesamt-Kohlenmächtigkeit von 57,78 m, wobei ein 12 m mächtiges Flötz sich befindet, und von Paruschowitz bei Rybnik, wo alle drei Reihen über einander in bauwürdiger Teufe erbohrt wurden.

Nach den bisherigen Ergebnissen des Bergbaues und den neueren Aufschlüssen schätzt GAEBLER die Gesamtmasse der abbauwürdigen Flötze Oberschlesiens

bis	1000 m	Teufe	auf	rd. 63	Milliarden	t	Kohle
„	1500 „	„	„	„ $101\frac{1}{2}$	„	„	„
„	2000 „	„	„	„ 141	„	„	„

selbst wenn man — was nach den neusten Fortschritten der Bergbautechnik nicht nötig ist — mit $33\frac{1}{3}$ Proz. Abbauverlust rechnet.

Von dieser kolossalen Kohlenmenge ist bis heute erst ca. $\frac{1}{2}$ Milliarde t gewonnen worden.

In dem nördlichen Teile des grossen dreieckigen Kohlenbeckens, dessen Spitze etwa bei Tarnowitz liegt, und der nach Süden von dem 4 Meilen langen Sattelflötzzuge begrenzt wird, in der sogen. Beuthen-Tarnowitzer Mulde, finden

sich nun direkt über den Sattelflötzen die reichen Eisen-, Zink- und Bleierze Oberschlesiens. Die Ablagerung dieser Erze aus dem grossen schlesisch-polnischen Triasmeere gerade an dieser Stelle wird nach BERNHARDI auf eine allmähliche Ausfällung der in diese südlichste Meeresbucht eingeschwemmten und durch Diffusion immer wieder ersetzten Metallsalze durch die aus den Kohlenflötzen aufsteigenden Kohlenwasserstoffe, bezw. Schwefelwasserstoffgase zurückgeführt. Die Annahme einer plutonischen Entstehung der fast flötzartig abgelagerten Erzbänke muss auch wegen der Disharmonie zwischen den Sprüngen und Verwerfungen des Steinkohlengebirges mit denen des darüber lagernden Buntsandstein- und Muschelkalkgebirges zurückgewiesen werden, und auch die oxydierende und transportierende Wirkung der Tagewässer ist nur für die oberen oxydischen Erzablagerungen von Bedeutung. Auf dieser glücklichen Neben-, bezw. Übereinanderlagerung reicher Erz- und Kohlenschätze beruht hauptsächlich die Entwicklung der grossartigen oberschlesischen Berg- und Hüttenindustrie.

Von vermindeter Bedeutung gegenüber der mächtigen Zinkindustrie Oberschlesiens, die noch fast 40 Proz. der gesamten Weltproduktion liefert, ist der Eisenerzbergbau, der sich fast nur auf die mulmigen Brauneisenerze der Tarnowitzer Gegend beschränkt. Immerhin wurden von diesen Erzen im Jahre 1903 noch ca. 340000 t im Werte von ca. 2200000 M. gefördert und neben rd. 800000 t ausländischer (ungarischer, spanischer, schwedischer, südrussischer) reicher Erze, die bis fast 70 Proz. Eisen enthalten, und 380000 t anderer Schmelzmaterialien (Erzschlacken, Sinter, Brucheisen) von den Hochöfen mit verarbeitet.

Der Vortr. gab sodann einen interessanten geschichtlichen Überblick über die Entwicklung des oberschlesischen Erz- und Kohlenbergbaues von den ersten urkundlichen Überlieferungen, die etwa mit dem Jahre 1136 einsetzen, bis in die neuste Zeit. In dem genannten Jahre sollen schon bei Beuthen silberhaltige Erze, ebenso 1247 in der Tarnowitzer Gegend Bleierze gegraben worden sein. Die Stadt Tarnowitz verdankt ihre Gründung im Jahre 1526 einigen reichen Bleierzfunden, welche nach dem im 14. Jahrhundert eingetretenen Erliegen des Erzbergbaus eine neue Blüteperiode einleiteten. Aber auch diese ging an den grossen Wasserschwierigkeiten zugrunde, die man noch nicht anders als durch flachgeführte Entwässerungsstollen und Göpelpumpwerke zu bekämpfen gelernt hatte. Trotz der Bemühungen des gewerbstüchtigen, aus Ungarn eingewanderten Geschlechts der Freiherren HENCKEL V. DONNERSMARK, denen 1629 vom Kaiser die Standesherrschaft Beuthen und 1661 die Reichsgrafenwürde verliehen wurde, war hier im Jahre 1754 der Zink- und Bleierzbergbau gänzlich erloschen. Gleichmässiger hatte sich bis zu dieser Zeit der Eisenerzbergbau hier erhalten, der schon 1369 urkundlich erwähnt wird. Im Jahre 1672 und später lieferte Graf HENCKEL bedeutende Erzmengen an die Standesherrschaft Pless für die Eisenhämmer derselben, deren ältester, das Lubenauer Schmiedewerk, auch Althammer genannt, in der Nähe von Smilowitz a. d. Klodnitz lag und unter der Regierung der Herzöge Johannes und Nicolaus (von Troppau und Ratibor) im Jahre 1394 von dem deutschen Hammerschmiede, Meister Heinrich, angelegt worden war. Im Jahre 1560 hören wir auch von dem Bogutzker und dem Rosdziner Hammer in der Myslowitzer Gegend, die damals noch zu Pless gehörte. Interessant ist, dass damals schon ein Kartellvertrag zwischen dem Grafen HENCKEL und anderen Eisenerzbesitzern zur Hochhaltung der Erzpreise geschlossen wurde, bei dem auch schon eine Konventionalstrafe in Höhe von 100 Dukaten vorgesehen war. Im Anfange des 17. Jahrhunderts waren es italienische Eisenhüttenleute, denen die oberschlesische Montanindustrie einen neuen Aufschwung verdankte. So

gründete um das Jahr 1630 ein gewisser PINOCCI ein neues Eisenwerk in Jaroschwitz, Kr. Pless, nachdem bereits früher sein Landsmann CACCIA aus Bergamo im Bistum Krakau umfangreiche Werke errichtet und neue Methoden der Eisen- und Stahlbereitung eingeführt hatte.

Die neuere kräftigere Entwicklung der oberschlesischen Montanindustrie beginnt aber erst mit der Eroberung Schlesiens durch Friedrich den Grossen. Er erkannte die Bedeutung des wald- und erzreichen Südostzipfels der schwer errungenen Provinz für die Neuausrüstung seiner Festungen und Armeen, für die industrielle und kulturelle Hebung seiner noch fast ganz slavischen, von den Kriegslasten hart mitgenommenen Bevölkerung. Die erste Eisenhütte gründete der Oberforstmeister RHEDANZ im Auftrage des Königs an dem wasserreichen Malapanestrom in der Nähe des Dorfes Schodnia im Jahre 1753, also weit ausserhalb des eigentlichen Industriebezirks, welches Werk sich bald kräftig entwickelte und zur Pflanzschule für Eisenhüttenleute wie zum Vorbilde für die ähnlichen Unternehmungen der Standesherren und anderer Privater wurde. Es besteht bis heutigen Tages, obwohl seine Hochöfen mit der Entwicklung des Steinkohlenbergbaus den Kokshochöfen des Industriebezirkes und seine Frischfeuer dem Puddelprozess und den modernen Stahlprozessen weichen mussten. Nur die Temperstahl-Gusswaren-, sowie die Maschinenfabrik des „kgl. Hüttenwerks Malapane“, das im vorigen Jahre sein 150jähriges Jubiläum feiern konnte, befinden sich noch in gutem Betriebe.

Der im Jahre 1777 von dem grossen Könige in das Ministerium für das gesamte Berg- und Hüttenwesen berufene Freiherr v. HEINITZ stellte den erst 27jährigen Freiherrn v. REDEN — geb. 1752 zu Hameln in Hannover —, der in Göttingen das Bergfach studiert und grössere Reisen in Belgien und England gemacht hatte, an die Spitze des oberschlesischen Montanwesens. REDEN nahm sofort den alten Bleierzbergbau bei Tarnowitz wieder auf und eröffnete 1784 die noch heute im Betriebe befindliche Friedrichsgrube, die 1903 noch 1594 t Bleierze lieferte. Zur Verarbeitung der Bleierze legte er 1789 die Friedrichshütte an. Der grosse Bedarf dieser Werke an Feuerungsmaterial und die um das Jahr 1792 in Malapane gemachten erfolgreichen Versuche mit Steinkohlenkoks lenkten sein Augenmerk auf die im heutigen Industriebezirke vorhandenen, damals nur sehr wenig bekannten Kohlenschätze. Er gab den Anstoss zur Eröffnung des Bergbaues auf den Zabrzer und Königshütter Flötzsätteln, wo 1790 der Berggeschworne ISAAC die ersten Kohlenflötze erbohrte. Bereits gegen Ende des 17. Jahrhunderts lieferten diese Gruben neben grossen Mengen Heizkohle auch 6000 t Kokskohle jährlich, was für die Eisenindustrie von höchster Bedeutung war. Schon 1794 gründete REDEN die Königliche Hütte in Gleiwitz, an dem ebenfalls von ihm erbauten Klodnitzkanal, der später mit dem „Erbschlüsselhauptstollen“ in Zabrze verbunden wurde. Dieser Stollen wurde 1800 zur Entwässerung der Zabrzer Gruben angelegt und später bis in das Feld der Königsgrube verlängert, so dass er eine Gesamtlänge von 13 km erreichte. Die Gleiwitzer Hütte, auf welcher am 21. September 1796 der erste Kokshochofen des Kontinents angeblasen wurde, erzeugte namentlich gusseiserne Geschirre, Maschinenguss, späterhin auch Schmiedeeisen, Brücken und Maschinen, insbesondere für die Bedürfnisse der oberschlesischen Gruben und Hüttenwerke. Bald darauf legte REDEN auch die Königshütte an, welche nicht nur dicht an den Schächten der Königsgrube, sondern auch ganz in der Nähe der in der Beuthner Mulde betriebenen Erzgruben und Dolomitbrüche lag. Schwer waren die Kämpfe, welche diese Neuschöpfungen REDENS zu überstehen hatten, sowohl in technischer, wie merkantiler Hinsicht, und nur durch Einfuhrverbote und hohe Schutzzölle konnte die junge Industrie aufrecht erhalten werden. Immer mehr zog sich jetzt auch die private Eisenindustrie in

die Nähe der Kohlen- und Erzgruben, aber noch im Jahre 1842 wurden 69 von den 85 Hochöfen Schlesiens mit Holzkohle betrieben, und auch noch heutigentags ist ein solcher Holzkohlenofen in Wziesko bei Rosenberg im Betriebe.

Die von Reden ins Leben gerufene Königin Louisengrube in Zabrze und die Königsgrube in Königshütte sind die grössten Oberschlesiens und des Kontinents. Sie bauen auf den vier grossen Sattelflötzen ab, welche im Felde der Louisengrube die Namen: Schuckmann-, Heinitz-, Reden- und Pochhammerflötz führen und 3 bis 9 m mächtig sind. Ihre Förderung betrug im letzten Jahre — inklusive der neu eröffneten Förderung in Bielschowitz, südlich von Zabrze — 5107869 t, die Arbeiterzahl 15900. Ausserdem besitzt der Fiskus noch grosse Mutungen und reservierte Felder am Westrande der grossen Plesser Mulde, in der Nähe der oben erwähnten Bohrungen bei Knurow und Paruschowitz, im Gesamtumfange von 36450 Hektar.

Freiherr von Reden, der später zum Staatsminister ernannt und in den Grafenstand erhoben wurde, starb am 3. Juli 1815 auf seinem Gute Buchwald im Riesengebirge. Das dankbare Oberschlesien wird zu seinem Standbilde, das im Jahre 1853 auf dem Redenberge bei Königshütte enthüllt wurde, stets wie zu dem eines Vaters und Wohltäters aufblicken.

Dem so erfolgreichen Vorgehen des Staates schlossen sich in erster Linie die Standesherrschaften an, auf deren Inhaber neben gewaltigem Grundbesitze auch die Bergregalrechte der schlesischen Fürsten und Herzöge überkommen waren. So erschloss Graf Hugo Henckel die Radzionkauer, unterhalb der Erzlager befindlichen Kohlenflötze, begründete 1839 die Laurahütte, kaufte 1869 die staatliche Königshütte nebst einem Teile der dortigen Kohlenfelder an und gründete 1871 mit dem grössten Teile seines Montanbesitzes die „Vereinigte Königs- und Laurahütte-Aktiengesellschaft“, welche heute unbestritten das führende Werk Oberschlesiens ist. Von dem Tage der Umwandlung dieser Werke in eine Aktiengesellschaft datiert nun ein bewundernswerter Aufschwung derselben, trotz mannigfacher merkantiler Schwierigkeiten, die nur durch das mannhafte Auftreten des damaligen Vorsitzenden ihres Aufsichtsrates, des Herrn v. Kardorf, und dann des hochverdienten, langjährigen Generaldirektors Richter und schliesslich durch das Eintreten des Altreichskanzlers Fürsten Bismarck für eine besonnene, aber kräftige Schutzzollpolitik allmählich überwunden werden konnten. Die Einführung des autonomen Zolltarifs im Jahre 1879, der Zusammenschluss der oberschlesischen Werke in dem Verbande oberschlesischer Walzwerke, welchem auch bald die Gründung des Deutschen Walzwerksverbandes folgte, die Handelsverträge von 1892/93 haben der Eisenindustrie immer wieder über die Krisen hinweggeholfen, welche in dem Wesen des modernen Merkantilismus begründet sind, und welche wir nicht anders bekämpfen können als auf dem Wege des Zusammenschlusses und des Schutzes der nationalen Arbeit, insbesondere durch langfristige Handelsverträge.

Die grossartige Entwicklung der Königs-Laurahütte seit 1870 wird durch folgende Zahlen gekennzeichnet. Es stieg in diesem Zeitraume (1870—1900):

die Gesamt-Arbeiterzahl von 7850 auf 20277,
„ Steinkohlenförderung von 580668 t auf 2462882 t,
„ Walzeisenproduktion von 66320 t auf 177476 t,
„ Brutto-Einnahme von 15139830 M. auf 59046082 M.

Dementsprechend stiegen aber auch die Arbeitslöhne und Wohlfahrtsausgaben des Werkes, wie dasselbe überhaupt in humanitärer und sozialpolitischer Richtung stets in Oberschlesien vorangegangen ist. Es stiegen vom Jahre 1884 bis 1900:

die	Gesamt-Arbeitslöhne	von	2757306	M.	auf	6420719	M.
„	Wohlfahrtsausgaben	„	140475	„	„	691730	„
„	Kommunallasten	„	77396	„	„	299683	„
„	Gesamtleistungen pro Kopf	v.	767	„	„	1086	„

Eine auch nur flüchtige Schilderung der grossartigen und mannigfaltigen Betriebe des riesenhaften Werkes musste der Vortragende in Hinsicht auf die für einen Vortrag gegebene Zeit sich versagen und nahm deshalb nochmals Veranlassung, zu zahlreicher Beteiligung an dem von der Sektion geplanten Ausfluge nach Oberschlesien einzuladen.

Er besprach nunmehr in möglichster Kürze die Montanwerke der oberschlesischen Standesherren älterer und jüngerer Herkunft, gab bei letzteren auch einige interessante Daten über den Entwicklungsgang ihrer Begründer und deren Schöpfungen, welche zeigten, dass auch heute durch Fleiss und Begabung die Schranken der Geburt und des Besitzes übersprungen und gewaltige, dauernde Werte geschaffen werden können. Insbesondere erwähnte er die Schöpfungen der Herren v. Thiele-Winkler, deren Gruben- und Hüttenbesitz im Jahre 1898 grösstenteils in die „Kattowitzer Aktiengesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb" umgewandelt wurde. Auf den Kohlengruben dieser Gesellschaft wurde seitens ihres Generaldirektors Williger vor einigen Jahren der Sandversatz durch das Schlämmverfahren eingeführt, zunächst bei der Myslowitzgrube, in deren Nähe sich grosse Sandlager befinden. Dieses Verfahren besteht darin, dass von der Oberfläche aus durch einen mit Rost versehenen Trichter und eine entsprechende gusseiserne Rohrleitung mit der etwa doppelten Wassermenge aufgeschwemmter Sand in die ausgekohlten Räume eingeführt wird, der sich darin vollkommen fest und tragfähig absetzt, während das Wasser durch bewegliche Holzfilterwände nach den Sümpfen abläuft und wieder hochgepumpt wird. Der Sand wird auch z. T. durch Lehm, Hochofenschlacke etc. ersetzt. Die Vorteile dieses Verfahrens sind zunächst der Fortfall der Holzzimmerung, welche namentlich bei den starken Sattelflötzen sehr kostspielig wird, die Vermeidung aller Gebirgs- und Erdsenkungen und der dadurch bedingten Gefahren für das Leben der Bergleute wie für die Grubenbaue selbst, insbesondere auch der vielen Verletzungen durch Kohlenfall. Ebenso wird die Gefahr der Grubenbrände hierdurch ganz erheblich vermindert. In wirtschaftlicher Beziehung ist das Williger sche Verfahren aber dadurch ganz hervorragend wertvoll, dass die Sicherheitspfeiler, welche durchschnittlich ein Drittel des gesamten Kohlenvorrats bisher der Gewinnung entzogen, vollkommen überflüssig werden und abgebaut werden können. Schliesslich ist für die Eisenindustrie noch der Umstand von Bedeutung, dass der Bergmann jetzt die tieferen, bessere Backkohle enthaltenden Flötze abbauen kann, ohne das Zubruchegehen der reichen hangenden Flötze befürchten zu müssen. Dieses Verfahren, welches eine vollkommene Umwälzung unserer gewohnten Bergbautechnik darstellt, kommt nicht nur in Oberschlesien, sondern auch auf den westlichen Gruben und im Auslande in schnellem Tempo zur Einführung. Im Industriebezirk werden bereits Bahnen gebaut, um den nötigen Sand auch aus weiterer Entfernung den Gruben zuzuführen, und die Eisengiessereien sind mit der Herstellung des nötigen Röhrenmaterials, das sich ja verhältnismässig schnell abnützt, stark beschäftigt.

Hieran schloss sich die Aufzählung und kurze Charakterisierung der anderen grossen Aktiengesellschaften Oberschlesiens, die teils durch ihre standesherrlichen Vorbesitzer in solche umgewandelt wurden, teils dem Unternehmungsgeiste einfacher Kaufleute und Industrieller ihre Entstehung verdanken. Von diesen gewaltigen und meist vorzüglich geleiteten Gesellschaften, welche die

moderne Entwicklungsform der Berg- und Hüttenindustrie darstellen, seien hier genannt:

Georg v. Giesches Erben, Besitzer der Giesche-, Cleophas- und Heinitzgrube, mit einer Kohlenproduktion (1903) von rund $2^3/_4$ Millionen t, die zweitgrösste Produktionsziffer Oberschlesiens. Ferner erzeugte die Gesellschaft 1903 rund 25000 t Zink, 5000 t Blei, über 2000 kg Silber und über 20000 t Schwefelsäure.

Die „Schlesische Aktiengesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb" in Lipine, welche 1903 ca. 1 Million t Kohle produzierte, sowie über 28000 t Rohzink, 34000 t Zinkbleche und 12000 t Schwefelsäure.

Die Donnersmarkhütte bei Zabrze, mit der Concordiagrube, welche seit ihrer im Jahre 1872 durch den Grafen Guido Henckel erfolgten Gründung als Aktiengesellschaft ebenfalls einen grossartigen Entwicklungsgang durchgemacht hat und sich auch durch ihre Wohlfahrtseinrichtungen, die auch den Einwohnern Zabrzes zum Teil zu gute kommen, mit in die erste Reihe der oberschlesischen Gewerkschaften stellt.

Bei dem zur „Oberschlesischen Eisenindustrie-Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb" gehörigen Hochofenwerk Julienhütte in Bobrek bei Beuthen wurden besonders die mit Koksofengas betriebene grossartige elektrische Zentrale und eine Roheisen-Giessmaschine hervorgehoben.

Ebenso fand die Friedenshütte der „Oberschlesischen Eisenbahnbedarfs-Akt.-Ges. und die Bismarckhütte mit ihren hervorragenden Tiegelgußstahl- und anderen Spezialprodukten Erwähnung.

Eine Art Zwischenstellung zwischen Bergbau und Hüttenindustrie nehmen die „Oberschlesischen Kokswerke und Chemischen Fabriken, Akt.-Ges." ein, welche sich mit dem Bau von Koksöfen modernsten Systems und der Herstellung des für den Hochofenbetrieb nötigen Kokes sowie der hierbei entstehenden Nebenprodukte befassen: Teer, Ammoniak und Benzol. Die Produktion dieser Gesellschaft, welche auch Besitzerin der ehemals Vondraczeckschen Gruben in Marienberg bei Mähr.-Ostrau ist, betrug 1903: 544800 t Koks. Diese ganze gewaltige Industrie, welche auch die deutsche chemische Industrie mit ihren organischen Rohprodukten, Teer und Benzol, versorgt und dem Ackerbau gewaltige Mengen von Stickstoff in Form von Ammonsulfat zuführt, verdankt ihr Entstehen und ihren Aufschwung dem Scharfblicke und der Kühnheit eines genialen Kaufmanns, des jetzigen Geheimen Kgl. Kommerzienrats Fritz Friedlaender in Berlin, des Inhabers einer der grössten Kohlenfirmen.

Die Weiterverarbeitung des oberschlesischen Teers auf Kohlenwasserstoffe, Naphthalin, Karbolsäure, Anthracen, Dachlacke etc. bildet das Arbeitsgebiet der Teerproduktenfabrik von Rudolf Rütgers in Schwientochlowitz. Die Firma besitzt allein 78 grosse Kesselwagen für Teer- und Öltransport und erzeugte im Jahre 1903 über $^1/_2$ Million Doppelzentner in etwa 50 verschiedenen Produkten.

Einen anderen Zweig der Verfeinerungsindustrie bilden die grossen Kessel-, Draht-, Schrauben-, Ketten- und Nietenfabriken Oberschlesiens, ferner die E. v. Münstermannsche Phosphorbronzeindustrie, das Emaillierwerk Silesia in Paruschowitz, wo täglich ca. 30000 Stück emaillierte Waren fertig gestellt werden, u. a. m.

Fasst man die moderne Entwicklung der oberschlesischen Berg- und Hüttenindustrie seit den siebziger Jahren in wenige Zahlen zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

Die Produktion stieg vom Jahre 1870 bis 1903:
bei Steinkohlen und Erzen von 6587854 auf 26219804 t,
„ Eisen- und Stahlprodukten von 404815 auf 1780643 t,
„ Zink- und Bleiprodukten 55822 auf 204643 t,

also die Gesamtproduktion von rd. 7 Millionen auf 29,6 Millionen t,
der Wert derselben von rd. 107 Millionen auf 475 Millionen M.,
die Arbeiterzahl von 52700 auf 142192,
der Durchschnittslohn seit 1880 von 600 M. auf 973 M.,
der Lohn der gelernten Bergleute bei voller Beschäftigung kommt auf 12—1500 M. und darüber.

Das Guthaben bei den oberschlesischen Sparkassen betrug 1903 über 167 Millionen M.; der Umsatz bei der Reichsbankstelle Gleiwitz 1853683000 M.

Der Vortr. besprach sodann die hygienischen und kulturellen Verhältnisse Oberschlesiens und zeigte, wie deren Verbesserung ebenfalls mit dem Übergange von der patriarchalischen Wirtschaftsweise zu der in modernem, praktisch-kaufmännischen Sinne geleiteten Arbeitsweise der grossen Aktiengesellschaften zusammenfällt, der sich die staatlichen und standesherrlichen Betriebe in anerkennenswerter Weise anschlossen.

Der altpatriarchalische Geist, welcher den halb barbarischen Zustand der Bevölkerung Oberschlesiens als eine Art gottgewollter Ordnung betrachtete, die man im Interesse seiner Industrie konservieren müsse, der in verständnis- und liebloser Beurteilung den „Wasserpolacken“ für unwert einer besseren Behandlung und höherer Lebensansprüche erklärte, ist heute, Gott sei Dank, fast vollkommen überwunden. Man hat eingesehen, dass der gut genährte, anständig wohnende und gebildetere Arbeiter auch der bessere und daher billigere Arbeiter ist, und dass nur auf dem Wege der intellektuellen und wirtschaftlichen Kulturarbeit der utopischen und nationalen Verhetzung der Masse vorgebeugt werden kann.

Wo vor kaum 50 Jahren noch eine sehr dünne, auf unglaublich niedriger Kulturstufe stehende, fast ganz polnische Bevölkerung in freudloser, harter Frohnarbeit ihr Dasein hinschleppte, wo endlose Wälder oder unfruchtbare Heide sich ausbreitete, von grundlosen Wegen durchzogen und mit kleinen, schmutzigen Städtchen und noch viel schmutzigeren Arbeiterdörfern spärlich besetzt, wo der Schnaps die einzige Lebensfreude bildete und Raub und Totschlag an der Tagesordnung waren, da findet heute eine wohlgenährte, grösstenteils deutsch redende oder doch verstehende Bevölkerung von fast 2 Millionen Seelen ihre gute Existenz. Die Mortalität und Morbidität ist heute in Oberschlesien, dem Lande der Seuchen und des Hungertyphus, nicht grösser als im übrigen Reiche, und auch die Kriminalität ist gewaltig zurückgegangen. Ein grossartiges Netz von Haupt- und Nebenbahnen, eine den ganzen Industriebezirk umspannende elektrische Strassenbahn verknüpft die volkreichen, z. T. modern gebauten und durchweg elektrisch beleuchteten Städte Gleiwitz, Beuthen, Königshütte, mit je 50—60000 Einwohnern, Kattowitz, mit 33000, das „Dorf“ Zabrze, mit 80000 Einwohnern, u. s. w. und erstreckt sich bis Myslowitz an der Dreikaiserecke, so dass alle diese Städte, Ortschaften und Werke, was den geschäftlichen und gesellschaftlichen Verkehr betrifft, fast zu einer einzigen Großstadt verschmolzen erscheinen.

Was im Industriebezirk noch der Verbesserung bedarf, ist namentlich die Staub- und Rauchplage. Erstere ist hauptsächlich auf die früher übliche Pflasterungsweise mit Hochofenschlacke und Koksasche zurückzuführen. Letztere, die Rauchplage, könnte durch Übergang zur Koksheizung, insbesondere auch bei Lokomotiven und bei Hausbrand, fast vollkommen vermieden werden.

Zum Schlusse wies der Vortr. gegenüber dieser grossartigen Entwicklung auch auf die Schäden und Gefahren hin, welche dem modernen Aktien- und Geldwesen von Natur aus anhaften, und die uns all des Segens der anschwellenden Produktions- und Bevölkerungsziffern nicht recht froh werden lassen.

„Wenn der Absatz am flottesten, die Preise und Kurse am höchsten, dann ist der Krach am nächsten". Der friedliche Streit der Völker um den Weltmarkt kann nur durch vernünftiges Abwägen der gegenseitigen Interessen von Fall zu Fall, d. h. durch möglichst langfristige Handelsverträge geschlichtet werden. Und die Schäden des modernen Börsen- und Aktienwesens, deren Ausmerzung und Heilung erst die Frucht einer langen, merkantilen und rechtlichen Entwicklung sein wird, sie können vorläufig nicht anders bekämpft werden als durch den Zusammenschluss der Produzenten in Kartelle und Syndikate. Und wenn auch diese Vereinigungen ihre Schattenseiten haben und leicht gemissbraucht werden können, zur Ausbeutung der Konsumenten und der Arbeiter, zur Niederhaltung einer gesunden Konkurrenz, zur Überlastung der Concerne mit Gründerwerten etc., so können wir zu unseren grossen Werksleitungen das Vertrauen haben, dass sie auch in Zukunft diese Klippen zu umschiffen verstehen werden, und dass der Geist der besonnenen, stets das Interesse des gesamten Wirtschaftsgebietes und des Vaterlandes im Auge behaltenden kaufmännischen Geschäftsführung auch fernerhin ein ruhiges Fortschreiten in technischer wie in kultureller Beziehung gewährleisten werde.

---

3. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags 9½ Uhr.

Vorsitzender: Herr H. v. JÜPTNER-Wien.

Zahl der Teilnehmer: 29.

6. Herr H. v. JÜPTNER-Wien: **Wärmetönung und freie Energie einiger chemischer Reaktionen.**

Bezeichnet man bei einem beliebigen Vorgange mit U die Abnahme der Gesamtenergie eines Systems, mit Q die dem System von aussen zugeführte Wärme und mit A die vom System geleistete äussere Arbeit, so ist

$$U = A - Q,$$

oder:

$$A - U = Q.$$

Bei isothermen Vorgängen ist U die latente Wärme derselben, also bei chemischen Veränderungen die Wärmetönung der Reaktion.

A — U wird somit positiv, wenn das System Wärme von aussen aufnimmt, und es wird negativ, wenn es Wärme abgibt.

Verläuft der Vorgang unter Verringerung der Gesamtenergie des Systems, ist also $U > 0$, so ist jener Fall ohne weiteres verständlich, dass ein Teil der frei werdenden Wärme in äussere Arbeit — beziehungsweise in andere Energieformen umgesetzt wird, d. h. dass A — U negativ, also $Q < 0$ wird. — Es wird eben ein Teil der frei werdenden Energie in Arbeit umgesetzt, während der Überschuss als Wärme nach aussen abgegeben wird.

Ebenso einfach liegen die Verhältnisse auch dort, wo der Vorgang unter Vergrösserung der Gesamtenergie erfolgt und $A < 0$, aber $> U$ ist. Hier wird eben von aussen Wärme zugeführt und ein Teil derselben auf Arbeitsleistungen verbraucht. Die Wärmezufuhr entspricht hier dem Gesamtenergiezuwachs des Systems, und der auf Arbeitsleistungen verbrauchte Teil muss als unwandelbare, d. i. als freie Energie zugeführt werden.

Dort, wo die Gesamtenergie des Systems zunimmt (also $U < 0$ und $Q > 0$ wird), ist auch der Fall denkbar, dass $A < U$ wird. Zur Durchführung der-

artiger Reaktionen muss also Arbeit geleistet werden, und nur ein Teil dieser Arbeit dient zur Erhöhung der Gesamtenergie des Systems.

Ist $U < 0$ (Vergrösserung des Energieinhaltes) und $Q > 0$, so ist es auch denkbar, dass $A > 0$ werden könne. Dann muss dem System, damit die Reaktion verlaufe, Wärme zugeführt werden, wodurch sein Energieinhalt um U vergrössert wird. Unter geeigneten Bedingungen kann aber ein Überschuss an zugeführter Wärme zu Arbeitsleistungen ausgenützt oder in andere Energieformen umgewandelt werden (galv. Elemente!).

Endlich ist aber auch noch der Fall denkbar, dass der Gesamtenergieinhalt des Systems abnimmt, also $U > 0$ ist, und doch auch $A - U > 0$ wird. Dies ist aber nur dann möglich, wenn Q positiv ist, d. h. wenn das System von aussen Wärme aufnimmt. — Wir haben es also hier mit Vorgängen zu tun, bei denen sowohl U, als Q positive Werte besitzen, die sich also mit **positiver Wärmetönung**, d. i. unter **Wärmeabgabe**, vollziehen, **während gleichzeitig von aussen Wärme aufgenommen wird.**

Da hierin ein Widerspruch zu liegen scheint, dürfte es nicht uninteressant sein, einige Beispiele für diesen letzteren Fall anzuführen.

Für die Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlenoxyd ($C + O = CO$) haben wir die Wärmetönung:

$$q_T = 28674{,}5 + 0{,}49\,T + 0{,}00216\,T^2,$$

und die freie Bildungsenergie:

$$A_T = 28674{,}5 - 1{,}128\,T(\log T - 9{,}158) - 0{,}00216\,T^2 + 4{,}56\,T \cdot \log \cdot \frac{(p_{O_2})^{\frac{1}{2}}}{p_{CO}}.$$

Wählen wir die Partialdrucke der reagierenden Gase so, dass das letzte Glied der 2. Gleichung **Null** wird, so erhalten wir für Wärmetönung und Bildungsenergie die im Diagramme dargestellten Kurven. Zwischen dem absoluten Nullpunkte und 1400° ist $A_T > q_T$; bei 1400° werden beide gleich, bei noch höheren Temperaturen kehren sich die Verhältnisse um.

Ein zweites Beispiel bietet die Reaktion $CO_2 + H_2 = CO + H_2O$, für welche wir haben:

$$q_T = -9887{,}8 + 0{,}0008\,T^2$$

und

$$A_T = -9887{,}8 + 8{,}86\,T - 0{,}0008\,T^2 + 4{,}56\,T \cdot \log \frac{p_{CO_2} \cdot p_{H_2}}{p_{CO} \cdot p_{H_2O}}.$$

Die betreffenden Kurven sind gleichfalls in dem Schaubilde eingezeichnet. — Hier ist die **Wärmetönung** bis etwa 3600° abs. negativ, wird bei dieser Temperatur **Null** und nimmt darüber hinaus positive Werte an. — Die **freie Bildungsenergie** dieser Reaktion aber ist bis etwa 1250° abs. negativ, um dann positiv zu werden. — Bis etwa 5400° abs. ist letztere (also die maximale Arbeit, welche die Reaktion leisten kann) grösser als die Wärmetönung; bei höheren Temperaturen kehren sich die Verhältnisse ebenso, wie im früheren Beispiele, um.

Diese Reaktion ist deshalb von besonderem Interesse, weil wir es hier nur mit Gasen zu tun haben, deren spezifische Wärmen genügend genau bekannt sind, um die allgemeine Lage der Kurven sicher zu stellen, und weil die Reaktion ohne Volumenänderung erfolgt.

Unter 1250° abs. muss dem System Wärme zugeführt werden, um die Reaktion zu ermöglichen, und ein Teil dieser Zufuhr wird auf Arbeitsleistungen verbraucht. Zwischen 1250° und 3600° abs. muss dem System gleichfalls

Wärme zugeführt werden, wenn die Reaktion zustande kommen soll, und bis etwa 2250° abs. (wo $A_T = q_T$ wird) kann ein immer grösserer Teil der zugeführten Wärme in äussere Arbeit umgewandelt werden.

Bei etwa 2250° abs. kann diese Umwandlung eine vollständige sein. — Über diese Temperatur hinaus — bis etwa 3600° abs. — ist noch immer Wärmezufuhr nötig, um die Reaktion zu bewerkstelligen, und diese gesamte Wärmezufuhr kann, ebenso wie bei 2250°, vollständig in äussere Arbeit oder in andere Energieformen umgewandelt werden. Gleichzeitig kann aber auch bis zu einen gewissen Grade ein Wärmeüberschuss zugeführt und in Arbeit umgesetzt werden, ohne dass eine Temperaturerhöhung eintritt. — Bei 3600° C. verläuft die Reaktion von selbst, ohne Wärme-Zu- oder -Abfuhr. Wird jedoch bei dieser Temperatur Wärme zugeführt, so kann sie unter geeigneten Umständen bis zu einer durch das Diagramm fixierten Grenze gleichfalls vollständig in andere Energieformen umgewandelt werden. — Über diese Temperatur hinaus — bis 5400° abs. — erfolgt die Reaktion unter Wärmeentwicklung, und nicht allein die so entwickelte, sondern auch weitere von aussen zugeführte Wärme kann unter günstigen Bedingungen vollständig in andere Energieformen transformiert werden, ohne dass eine Temperaturerhöhung eintritt. — Über 5400° abs. endlich ist die Wärmeentwicklung grösser als die Änderung der freien Energie; d. h. es kann nur ein immer kleiner werdender Bruchteil der entwickelten Reaktionswärme zu Arbeitsleistungen etc. herangezogen werden.

Unsere Reaktion stellt also zwischen 2250° und 5400° abs. eine vollkommene Maschine dar, mittelst welcher nicht nur die ganze bei der Reaktion entwickelte, sondern auch noch von aussen zugeführte Wärme vollständig in mechanische oder andere Energieformen umgesetzt werden kann.

Die schraffierte Fläche unseres Diagramms gibt die auf solche Weise transformierbaren fremden Wärmemengen.

Die Erklärung dieser auf den ersten Blick befremdenden Erscheinungen ist wohl in den besonderen Umständen zu suchen, unter welchen sie auftreten können. Das wird offenbar nur dann möglich sein, wenn eine Temperatursteigerung des Systems verhindert wird. Das darf aber nicht auf dem Wege von Abkühlung geschehen, sondern nur in der Weise, dass man dem System die Möglichkeit bietet, Arbeit zu leisten. — Solches ist beispielsweise bei galvanischen Elementen der Fall, wenn durch passende Anordnung guter Leiter für die Abfuhr von Elektrizität gesorgt wird. — Ein ähnliches Beispiel tritt bei Explosivstoffen ein, wenn ihnen ein mechanisches Hindernis dargeboten wird, das sie zu überwinden vermögen. So erklärt sich der Fall, dass Nitroglyzerin, frei entzündet, ruhig abbrennt, während es in einem Bohrloche mächtige Sprengwirkungen äussert. — Vielleicht ist auch die heftige Wirkung von Kohlenstaub-Explosionen in Bergwerken auf diese Ursache zurückzuführen.

Sie sehen schon hieraus, welche technische Wichtigkeit derartigen Reaktionen zukommen kann.

7. Herr Felix B. Ahrens-Breslau sprach über **neue Bestandteile des Steinkohlenteers** und berichtete zunächst über die Zusammensetzung eines Benzolvorlaufes, der bereits unter 20° zu sieden begann. Aus der Fraktion 20—30° gelang es, durch Verdunsten der Flüssigkeit im Luftstrom und Treiben dieser so belasteten Luft durch Strom grosse Mengen von Butylen als Bromid zu isolieren; die vom Brom nicht festgehaltene Substanz wurde aus der Luft in einer mit fester Kohlensäure umgebenen Vorlage kondensiert; ihre Untersuchung war in dem heissen Sommer dieses Jahres wegen ihrer grossen Flüchtig-

keit sehr schwierig und ist noch nicht beendet. Es ist eine schwefelhaltige Substanz, die sich mit Anilin, Phenylhydrazin etc. zu schön kristallisierenden Verbindungen vereinigt; sie ist dem Schwefelkohlenstoff ähnlich, aber durch verschiedene charakteristische Reaktionen und physikalische Eigenschaften von ihm unterschieden. Die Zusammensetzung steht noch nicht mit Sicherheit fest. — Aus der Fraktion 30—40° wurde in grossen Mengen Amylen als Bromid isoliert. Butylen und Amylen sollen mit Hilfe dieser Quelle eingehend untersucht werden. — Von basischen Bestandteilen des Steinkohlenteers isolierte Redner das letzte der noch fehlenden Dimethylpyridine, die $\alpha\beta$-Verbindung, aus dem von der chemischen Fabrik für Teerprodukte in Erkner in den Handel kommenden $\alpha\beta$-Pikolin als eine farblose, angenehm riechende Flüssigkeit vom Siedep. 162—163°. Die Base ist nur in sehr kleiner Menge in dem Rohprodukt vorhanden und wird aus den Mutterlaugen der Quecksilbersalze in Form langer Nadeln als Quecksilberdoppelsalz gewonnen; die daraus gewonnene Base wird in ein nahezu wasser- und alkohol-unlösliches Pikrat vom Schmelzp. 183° übergeführt und daraus rein gewonnen. Das Erknersche β-Pikolin wurde dabei als geeignete Quelle einer noch wenig gekannten Base, des γ-Pikolins, entdeckt. Zu seiner Isolierung trägt man die Fraktion 130—140° in absolut alkoholische Salzsäure ein und erhält dadurch weisse Kristallnadeln von $\alpha\alpha'$-Dimethylpyridinchlorhydrat, die man absaugt; sie betragen etwa 50 Proz. der Fraktion. Die alkoholische Lösung wird scharf eingedampft und nach gutem Erkalten abgesaugt und mit eiskaltem absoluten Alkohol gewaschen. Der ablaufende Sirup wirkt fraktioniert mit Sublimatlösung heiss gefällt. Die erste Fraktion des sich ausscheidenden Quecksilberdoppelsalzes ist ziemlich reines γ-Pikolinsalz; grosse Mengen davon enthält auch die zweite Fällung. Aus dem Quecksilbersalz wird nach dem Umkristallisieren das γ-Pikolin in gewöhnlicher Weise abgeschieden. Die Ausbeute ist verschieden, da das technische sog. „β-Pikolin“ — β-Pikolin ist nur in sehr kleiner Menge darin enthalten — ungleichmässig zusammengesetzt ist; im besten Falle aber wurden nahe an 20 Proz. vom Rohprodukt an γ-Pikolin erhalten. Da dasselbe somit zu Untersuchungen zugänglich geworden war, wurden einige Kondensationsversuche gemacht, die ergaben, dass Kondensationen mit Aldehyden u. s. w. ebenso wie in der α-Reihe verlaufen. Mit Benzaldehyd wurde ein schön kristallisierendes Stilbazol vom Schmelzp. 120° erhalten; Acetaldehyd lieferte γ-Allylpyridin als farblose, nicht unangenehm riechende Flüssigkeit, die nunmehr zu γ-Coniin reduziert werden soll. Mit Natrium behandelt, verwandelte sich γ-Pikolin in $\gamma\gamma$-Dipyridyl, mit Phtalsäureanhydrid entsteht γ-Pyrophtalon u. s. w.

8. Herr S. Bein-Berlin: **Über Schaumweine und deren Beurteilung.**

Durch eine in Strafsachen dem Dr. Beinschen Laboratorium zu Berlin gestellte Aufgabe, ob französische, bezw. deutsche Schaumweine oder nur zu Schleuderpreisen angepriesene Surrogate vorliegen, sah sich Vortragender bemüssigt, sich eingehender mit der Beurteilung der Schaumweine zu beschäftigen.

Nach seinen hierbei gemachten Erfahrungen ist eine Lösung der gestellten Fragen nur unter Berücksichtigung der Weingrundlage und Herstellungsweise der Schaumweine möglich. Er bespricht daher erst die reelle Erzeugung von französischem Champagner, dem in Deutschland auf Flaschen gefüllten französ. Champagner, von deutschem Schaumwein und solchem mit Kohlensäure imprägnierten, ferner auch die Surrogate. Von einer Beurteilung einzelner Qualitäten rät Dr. Bein dem chemischen Sachverständigen abzusehen. Hingegen sei es möglich, dank den Bestimmungen des Gesetzes v. 24. Mai 1901, unter Zuhilfenahme der Analyse eine teilweise Lösung der Frage herbeizuführen.

Zu diesem Zwecke sei es nötig, die Grundweine (Cuvées) — gewöhnlich Claretweine — zu untersuchen, wodurch die Feststellung ermöglicht wird, zu entscheiden, ob ein im Sinne der gesetzl. Bestimmungen zu beanstandendes Produkt vorliege oder nicht. — Schwieriger sei es, eine Entscheidung zu treffen, ob der Schaumwein durch Flaschengärung oder mittelst besonders erzeugter Kohlensäure hergestellt wurde, da einerseits die bei ersterer entstehenden Gärungsprodukte wenig Anhaltspunkte ergeben und anderseits die minimalen Verunreinigungen der von aussen, namentlich nach dem neuen Verfahren zugeführten Kohlensäure kaum nachzuweisen seien. Indessen ist dies dem Vortragenden auch wiederholt gelungen. — Dr. Bein dehnt nunmehr seine Untersuchungen und Versuche auf die meisten Schaumweine des Handels in seinem Berliner Laboratorium aus.

9. Herr H. Ost-Hannover: **Die Isomaltose.**

Die Existenz der Isomaltose, welche nach Lintner und Düll bei der diastatischen Stärkehydrolyse entstehen soll, ist von englischen Gärungschemikern, von Prior und von dem Vortragenden bestritten worden. Lintner hält aber daran fest und will sie besonders reichlich bei der Hydrolyse der Stärke mit sehr verdünnter Oxalsäure erhalten haben. Diese Isomaltose Lintners ist bestimmt verschieden von der Isomaltose E. Fischers, dem Reversionsprodukt der Glukose, sie ist der Maltose viel ähnlicher, soll aber schwerer vergärbar sein und ist bisher nicht kristallisiert erhalten. Lintner betrachtet als Hauptstütze seiner Isomaltose den Umstand, dass aus den Produkten der Oxalsäurehydrolyse kristallisierbare Maltose nicht isolierbar sei. Auch zwei Schülern des Vortragenden, H. Dierssen und F. Grüters, gelang es nicht, reine Maltose aus diesen Produkten abzuscheiden. Vortragender zeigt nun, wie durch sehr oft wiederholtes fraktioniertes Lösen und Ausfällen mit starkem Alkohol, in Verbindung mit Kristallisierenlassen der Zuckerarten, allmählich chemisch reine Maltose abgeschieden wurde, und dass bei der Oxalsäurehydrolyse ebenso wenig wie bei der diastatischen Hydrolyse der Stärke die Isomaltose Lintner entsteht. Dieser Stoff ist mithin zu streichen. Die Maltose wird von leicht löslichen Dextrinen begleitet, von denen sie schwer zu trennen ist, und durch die ihre Kristallisierbarkeit wesentlich erschwert wird; und es wurde ein neues Dextrin entdeckt, welches z. T. vergärbar ist, etwa $+ 160^0$ polarisiert und ein Reduktionsvermögen von etwa 60 Proz. (Maltose = 100) besitzt.

Diskussion. Herr G. Bodländer-Braunschweig: Es wäre sehr wichtig, festzustellen, ob nicht doch bei der Enzymwirkung aus Dextrose wahre Maltose entsteht, weil wir hier ein wichtiges Beispiel eines Ferments hätten, das, wie es die Theorie erfordert, dieselbe Reaktion in umgekehrter Richtung beschleunigt, die es direkt hervorruft. Es wäre möglich, dass zwar Salzsäure Dextrose direkt zu Isomaltose revertiert, dass aber bei Anwendung von Diastase die Reaktion bei der unbeständigeren Maltose stehen bleibt.

10. Herr G. Bodländer-Braunschweig: **Über Kaustizierung.**

Die Kaustizierung von Alkalikarbonaten durch Ätzkalk erfolgt nach der Gleichung

$$K_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + 2\,KOH.$$

Diese Reaktion ist umkehrbar und um so weniger vollständig, je konzentrierter die Lösungen sind. Die Grenze der Reaktion wird erreicht, wenn der Ätzkalk ebenso viel $Ca^{\cdot\cdot}$-Ionen in die Lösung schickt wie das Calciumkarbonat. In wässriger Lösung ist Ätzkalk viel leichter löslich als Calciumkarbonat. Je

mehr Ätzalkali aber in der Lösung vorhanden ist, um so mehr sinkt die Menge der $Ca^{\cdot\cdot}$-Ionen, weil nach dem Massenwirkungsgesetz das Produkt $[Ca^{\cdot\cdot}] \times [OH']^2$ konstant sein muss. Aus Versuchen von ANSELME lässt sich berechnen, dass tatsächlich die Abnahme der Löslichkeit des Calciumhydroxyds bei Zunahme des Gehaltes an Ätzkali der Formel auch quantitativ entspricht. Bei dem Gleichgewicht muss ferner das Produkt $[Ca^{\cdot\cdot}] \times [CO_3'']$, das Löslichkeitsprodukt des Calciumkarbonats, konstant sein. Es gilt also:

$$[Ca^{\cdot\cdot}] \times [OH']^2 = K_1,$$

$$[Ca^{\cdot\cdot}] \times [CO_3''] = K_2,$$

woraus sich ergibt:

$$\frac{[OH']^2}{[CO_3'']} = \frac{K_1}{K_2} \text{ oder } [OH'] \frac{[OH']}{[CO_3'']} = \frac{K_1}{K_2}.$$

Dass die Alkalikarbonatkonzentration dem Quadrat der Atzalkalikonzentration beim Gleichgewicht nahe proportional ist, ergibt sich aus Versuchen, die Herr LIBAN im Braunschweiger Laboratorium ausführte. In der zweiten Form zeigt die Gleichung, dass die Ausbeute an Ätzalkali, die man durch den Quotienten $[OH'] : [CO_3'']$ ausdrücken kann, um so kleiner sein muss, je höher die Konzentration an Alkali ist. — Die Wärmetönung der Kaustizierung ist nahezu Null. Daraus lässt sich schliessen, dass die Temperaturerhöhung das Gleichgewicht nicht erheblich verschieben kann, was eigene Versuche in Übereinstimmung mit den älteren von LUNGE und SCHMID ergaben. Wenn man trotzdem technisch nicht bei gewöhnlicher Temperatur, sondern bei 100^0 kaustiziert, so liegt das besonders daran, dass die Reaktionsgeschwindigkeit bei gewöhnlicher Temperatur sehr klein ist und bei Steigerung der Temperatur sehr rasch wächst. Unentschieden ist, ob die eigentliche Reaktionsgeschwindigkeit stark mit der Temperatur zunimmt, oder die Auflösungsgeschwindigkeit des Ätzkalks, oder die Diffusionsgeschwindigkeit oder die Kristallisationsgeschwindigkeit der unter den Versuchsbedingungen stabilsten Modifikation des Calciumkarbonats. Das Gleichgewicht tritt übrigens bei Konzentrationen von Natriumkarbonat ein, die weit höher sind, als sich nach der Löslichkeit des Kalkspats theoretisch ergibt. Das liegt nicht daran, dass die Reaktion zu langsam verläuft, so dass ein scheinbares oder falsches Gleichgewicht eintritt, da man für die Konstante $K_1 : K_2$ auch zu hohe Werte erhält, wenn man Ätznatron mit Kreide schüttelt. Dabei bildet sich Alkalikarbonat. Wahrscheinlich ist die Modifikation des Calciumkarbonats, die sich bei der Kaustizierung bildet, viel leichter löslich als der Kalkspat.

Noch ein anderes Gesetz der physikalischen Chemie muss bei der Kaustizierung beachtet werden, nämlich die Phasenregel. Diese sagt in ihrer einfachsten Form aus, dass bei bestimmter Temperatur ein vollständiges Gleichgewicht herrscht, d. h. die Zusammensetzung einer Lösung genau bestimmt ist, wenn in einem aus vier Bestandteilen aufgebauten System fünf Phasen vorhanden sind. Als Phase im Sinne der Regel ist bekanntlich jede physikalisch homogene Stoffart aufzufassen, wobei es gleichgültig ist, ob sie chemisch rein ist oder eine Mischung. Als Bestandteile im Sinne der Phasenregel sind im Falle des Natriumkarbonats aufzufassen NaOH, CO_2, $Ca(OH)_2$, H_2O. Als Phasen treten auf fester Ätzkalk, Calciumkarbonat, die Lösung und der Dampf. Es wird nun aber bekanntlich beobachtet, dass bei der Kaustizierung von Soda immer beträchtliche Verluste auftreten, indem der Niederschlag eine bestimmte Mengen unlösliche Alkalis mit sich reisst. Man nimmt an, dass das Alkali in Form von Gaylussit, $CaCO_3 . Na_2CO_3 . 5 H_2O$, gebunden wird. Wenn das der

Fall ist, würde hierbei eine fünfte Phase auftreten, und es könnte dieser Verlust an Alkali nur eintreten, wenn die Lösung eine ganz bestimmte Konzentration an Natriumkarbonat besitzt. Wir sind noch mit Untersuchung der Frage beschäftigt, ob sich durch geeignete Arbeitsweise nicht die Bildung des Gaylussits vermeiden lässt. Es bleibt allerdings auch die Möglichkeit, dass das mitgerissene Alkali nicht in Form einer reinen Verbindung im Niederschlage vorhanden ist, sondern in Form einer physikalisch, aber nicht chemisch homogenen festen Phase, d. h. einer festen Lösung. In diesem Falle würde bei jeder Konzentration eines Karbonats oder Ätzkalis eine gewisse Menge davon in den Niederschlag übergehen können.

Will man die Kaustizierung der Karbonate auch bei höheren Konzentrationen vollständiger machen, so bleibt noch der Ausweg, statt des Ätzkalkes ein anderes Erdalkali anzuwenden.

Magnesia ist ausgeschlossen, weil sein Hydroxyd schwerer, sein Karbonat leichter löslich ist als das des Kalkes, so dass K_3 dadurch noch kleiner würde. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei Strontium und Baryt, weil von diesen das Hydroxyd leichter, das Karbonat schwerer löslich ist, als beim Kalk.

Besonders günstig liegen die Verhältnisse bei Strontium, weil dessen Karbonat, wie unsere Versuche ergaben, am wenigsten löslich ist und andererseits die Löslichkeit des Hydroxyds nicht so gross ist, dass eine merkliche Menge davon in der Lauge zurückbleibt. Will man an eine technische Verwendung des Strontiumhydroxyds denken, so könnte man zunächst die Hauptmenge des Karbonats in konzentrierter Lösung durch Ätzkalk kaustizieren und dann in die abgezogene klare Flüssigkeit Ätzstrontium eintragen.

Als in dieser Weise gearbeitet wurde, ergab sich, dass nach der Kaustizierung durch Kalk eine Lösung erhalten wurde, die im Liter 4,2 Moleküle Ätzkali und 0,85 Moleküle Kaliumkarbonat enthielt. Als dann mit Ätzstrontium weiter kaustiziert wurde, sank der Gehalt an Karbonat auf 0,005 Moleküle im Liter. Die Kaustizierung ist also auch in konzentrierter Lösung praktisch vollständig. Eine Regenerierung des Strontiumkarbonats ist technisch leicht durchzuführen.

11. Herr POTOZKY-Bern: **Das Brauwesen der Schweiz.**

12. Herr E. BÖRNSTEIN-Charlottenburg: **Über die Zersetzung der Steinkohlen bei geringer Hitze.**

Eine Reihe von acht, durch Zusammensetzung und geologisches Alter sich unterscheidenden Steinkohlensorten aus einer ober-, einer niederschlesischen und sechs rheinisch-westfälischen Gruben wurde in Mengen von je 3—5 kg in einem geeigneten Apparat in der Weise der trockenen Destillation ausgesetzt, dass immer erst, wenn die der bisherigen Temperatnr entsprechende Zersetzung vollendet war, eine Temperatursteigerung eintrat, und die Erhitzung so bis auf 450^0 C. ausgedehnt. Die flüssigen und gasförmigen Destillate wurden getrennt aufgefangen und nebst den festen Rückständen nach Menge und Zusammensetzung untersucht. Dabei ergab sich, dass die festen Rückstände in Folge der Verringerung des Sauerstoff- und Wasserstoffgehalts in ihrer Elementarzusammensetzung gegen die — wasser- und aschefrei in Vergleich gezogene — der angewandten Kohlen einander wesentlich näher standen; doch zeigten die auf der Basis von 100 Atomen Kohlenstoff (nach F. FISCHER) umgerechneten Zahlen immer noch wesentliche Verschiedenheiten. Die Mengen der wässrigen Destillate ordneten sich in der gleichen Reihenfolge, wie die Sauerstoffzahlen der Rohprodukte. Diese schwach alkalischen Teerwässer enthielten kleine Mengen von Ammoniak und Schwefelwasserstoff, ausserdem liess sich aus allen bis auf das

aus einer Fettkohle der Zeche Shamrock Brenzkatechin isolieren, während nur in dem aus der oberschlesischen Fettflammkohle (Hohenzollerngrube) daneben Phenol spurenweise durch die Eisenchloridreaktion nachweisbar war. Die entweichenden Gase liessen keine mit den der angewandten Kohlen korrespondierenden Verschiedenheiten in der Zusammensetzung erkennen; sie sind gegen die durchschnittlichen Steinkohlenleuchtgase und Braunkohlenschwefelgase durch grösseren Reichtum an schweren Kohlenwasserstoffen (5—14 Proz.), sowie an Methan und dessen Homologen (55—76 Proz.) und durch geringeren an freiem Wasserstoff (5—16 Proz.), als dem Produkt sekundärer Zersetzungen, gekennzeichnet. Von den Teeren endlich besassen sieben ein spez. Gew. unter 1, nämlich 0,95 bis 0,98, der achte, aus Altendorfer Esskohle, zeigte 1,03, im Gegensatze zu den um 1,1 sich bewegenden Werten der Gasteere; alle waren klar, enthielten demnach keinen frei abgeschiedenen Kohlenstoff. Ihre Wasserstoff- und Sauerstoffzahlen entsprachen ungefähr denen der angewandten Kohlensorten, den Sauerstoffzahlen auch die — dem Volumen nach bestimmten — Mengen der höheren Phenole. Bei der Destillation begannen die aus den Fett-, Gas- und Flammkohlen stammenden Teere bei ca. 70—80° C., der aus Esskohle erst bei 115° C. zu sieden. Selbst nicht qualitativ nachweisbar war Anilin und Thiophen, desgleichen fehlten die im Gasteer so reichlich vorhandenen Kohlenwasserstoffe Naphthalin und Anthracen. Dagegen zeigten die sieben leichteren Teersorten einen von 0,3 bis reichlich 2 Proz. schwankenden Gehalt an Paraffinen, die nach HOLDES Methode abgeschieden werden konnten und Schmelzpunkte von 55—60° C. besassen, sich mithin durchweg als Hartparaffine erwiesen. Während diese Teere so die grösste Analogie mit den Teeren aus Jameson-Koksöfen aufwiesen, verhielt sich der letzte, schon durch höheres spez. Gewicht und höheren Siedepunkt gekennzeichnete, wesentlich anders, in so fern in seiner höchsten Fraktion, bei etwa 375—435° C., sich kein Paraffin nachweisen, daraus vielmehr eine kleine Menge grünlichgelber Kristallblättchen gewinnen liess, die nach ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften als Isomethylanthracen angesprochen werden mussten. Versuche mit ähnlichen Kohlensorten (aus Baaker Mulde und von Zeche Hamburg) zeigten, dass auch daraus Teere erhalten wurden, in denen sich keine Paraffine, an deren Stelle vielmehr ebenfalls höhere aromatische Kohlenwasserstoffe fanden, deren Identifizierung noch aussteht. Danach gelangt man allgemein zu dem Schlusse, dass in den geologisch älteren uud wasserstoffärmeren Kohlen infolge der so viel längeren Zeit ihres Bestehens und des daher weiter gegangenen Zersetzungsprozesses eine engere Aneinanderlagerung der Kohlenstoffatome stattgefunden habe, als deren Ergebnis wir die aromatischen Kohlenwasserstoffe an der Stelle der Paraffine als Zersetzungsprodukte auftreten sehen.

Diskussion. Herr G. BODLÄNDER-Braunschweig: Ist es nicht möglich, dass der grössere Wasserstoffgehalt der jüngeren Kohlen sekundär die Bildung der aromatischen Verbindungen durch Massenwirkung verhindert hat?

Ausser den vorstehenden Vorträgen war noch ein weiterer angekündigt: W. BÖTTGER-Leipzig: **Die Messung des Leitvermögens als Hilfsmittel für die Gewichtsanalyse.**

Doch ist dieser Vortrag nicht gehalten.

VI.

Abteilung für Agrikulturchemie und landwirtschaftliches Versuchswesen.

(No. Va.)

Einführende: Herr TH. PFEIFFER-Breslau,
Herr K. v. RÜMKER-Breslau.
Schriftführer: Herr K. BLOCH-Breslau,
Herr A. EINECKE-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr O. LEMMERMANN-Dahme i. Mark: a) Über den Einfluss des Bodenraumes auf die Entwicklung der Pflanzen.
   b) Über die Nährwirkung des Ammoniakstickstoffs im Verhältnis zum Salpeterstickstoff.
   c) Über die wahrscheinlichen Ursachen, welche den verschiedenartigen Ernährungsverhältnissen der Leguminosen und Gramineen zugrunde liegen.
2. Herr O. KELLNER-Möckern: Untersuchungen über die Bedeutung des Asparagins und der Milchsäure für die Ernährung des Pflanzenfressers.
3. Herr A. BÖMER-Münster i. W.: Die Proteinstoffe des Weizenklebers.
4. Herr H. IMMENDORFF-Jena: Über Stallmistkonservierung.
5. Herr MORGEN-Hohenheim: Über den Einfluss der sogenannten Reizstoffe auf die Milchproduktion und auf die Ausnutzung des Futters.
6. Herr v. SOXHLET-München: Die Gerinnung schwach saurer Milch beim Kochen.
7. Herr A. KÖHLER-Möckern: Über die Assimilation des Kalkes und der Phosphorsäure aus verschiedenen Kalkphosphaten durch wachsende Tiere.
8. Herr GERLACH-Posen: Fütterungsversuche auf dem Versuchsgute Pentkowo.
9. Herr A. EMMERLING-Kiel: Über eine Methode zur Demonstration des Tongehaltes des Bodens.
10. Herr H. VON FEILITZEN-Jönköping: Einige Düngungsversuche mit dem sog. Kalkstickstoff auf Mineralboden und Moorboden und Untersuchungen über die Zersetzung des Calciumcyanamides in verschiedenen Bodenarten.
11. Herr R. OTTO-Proskau: Vergleichende Düngungs- und Vegetationsversuche mit Kalkstickstoff bei gärtnerischen Kulturpflanzen.
12. Herr E. WEIN-Weihenstephan: Kalkstickstoff-Versuche.
13. Herr P. HOLDEFLEISS-Halle a. S.: Einige Beziehungen zwischen Meteorologie und Ackerbau.

14. Herr BARTSCH-Breslau: Über den Einfluss des Kalkstickstoffs auf die Keimungsenergie.
15. Herr W. KRÜGER-Halle a. S.: a) Über die Bedeutung der Nitrifikation für die Kulturpflanzen.
    b) Einfluss der Düngung und des Pflanzenwuchses auf die Bodenbeschaffenheit und die Bodenerschöpfung.
16. Herr K. v. RÜMKER-Breslau: Korrelative Veränderungen bei der Züchtung des Roggens nach Kornfarbe.
17. Herr H. NEUBAUER-Breslau: Die Mikrophotographie, ein Hilfsmittel bei der mikroskopischen Untersuchung von Futter- und Nahrungsmitteln.
18. Herr A. EINECKE-Breslau: Beobachtungen über die Wirkung der Alkalien auf die Entwicklung der Pflanzen.
19. Herr TH. PFEIFFER-Breslau: Einfluss des Asparagins auf die Milchproduktion.
20. Herr B. SCHULZE-Breslau: Studien über die Stoffwandlungen in den Blättern von Acer Negundo L.
21. Herr R. THIELE-Breslau: Der Einfluss der Witterung auf die Bodenorganismen.

Zu dem Vortrage 5 war die Abteilung für Kinderheilkunde, zu dem Vortrage 13 die Abteilung für Geophysik und Meteorologie sowie die für Geographie eingeladen.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr TH. PFEIFFER-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 44.

1. Herr O. LEMMERMANN-Dahme i. Mark: **a) Über den Einfluss des Bodenraumes auf die Entwicklung der Pflanzen.**

Trotzdem die Tatsache, dass die Grösse des Bodenvolumens, welches einer Pflanze zur Verfügung steht, innerhalb gewisser Grenzen von bestimmendem Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzen ist, bereits seit längerer Zeit bekannt ist, war man bisher über die Ursache, welche dieser Erscheinung zugrunde liegt, zu einer allgemein anerkannten Ansicht nicht gelangt.

Der Vortragende hat sich seit einigen Jahren mit der Lösung dieser Frage beschäftigt. Aus seinen ersten Versuchen (veröffentlicht im Journal für Landwirtschaft, 1903) musste der Schluss gezogen werden, dass das verschieden grosse Wachstum der Pflanzen in grossen und kleinen Gefässen durch Faktoren verursacht sein musste, die mit der Ernährung der Pflanzen direkt nicht im Zusammenhange stehen. Zu demselben Resultat war bereits HELLRIEGEL gelangt.

Trotzdem schien dem Vortragenden dieses Ergebnis infolge späterer Beobachtungen unwahrscheinlich zu sein.

Es werden die Schwierigkeiten besprochen, die bei der Anstellung solcher Versuche zu überwinden sind, um z. B. Ungleichheiten in der Ernährung auszuschalten. Bei der Wiederholung der Versuche nach einer anderen Methode, bei der alle Fehlerquellen ausgeschaltet wurden, konnte nachgewiesen werden, dass nicht der Raum an sich (d. h. die durch den Raum bedingten Vegetationsfaktoren mit Ausschluss der Nährstoffe), sondern die durch den Raum bedingten Ernährungsverhältnisse, namentlich die Wasserversorgung, in den

meisten Fällen die Ursache für das geringere Wachstum der Pflanzen in kleineren Gefässen sind.

Herr O. LEMMERMANN-Dahme i. Mark: **b) Über die Nährwirkung des Ammoniakstickstoffs im Verhältnis zum Salpeterstickstoff.**

Die Versuche wurden in Wasserkulturen ausgeführt und dabei alle Erfahrungen berücksichtigt, welche man bisher gesammelt hat.

Als Versuchspflanzen dienten Buchweizen und Hafer. Für die Ernährung dieser Pflanzen war der Stickstoff in Form von Salpeter unzweifelhaft bedeutend besser geeignet als der Ammoniak-Stickstoff.

Herr O. LEMMMERMANN-Dahme i. Mark: **c) Über die wahrscheinlichen Ursachen, welche den verschiedenartigen Ernährungsverhältnissen der Leguminosen und Gramineen zugrunde liegen.**

Die Leguminosen und Gramineen weisen bekanntlich hinsichtlich ihrer Wachstums- und Ernährungsverhältnisse mancherlei Verschiedenheiten auf. Unter Hinweis auf eine Arbeit STAHLS über den Pflanzenschlaf legt der Vortragende dar, dass die Leguminosen den Gramineen hinsichtlich der Wasserdurchströmung und somit natürlich auch hinsichtlich der Aufnahme der in der Bodenflüssigkeit gelösten Nährstoffe überlegen sind.

In diesem Verhalten der Leguminosen und Gramineen gegen ihre Versorgung mit Wasser und Nährstoffen kann man die Erklärung für ihre verschiedenartigen Eigenschaften finden.

Man kann folgendes annehmen:

1. Da die Gramineen ein nicht unbeträchtlich grösseres Wasserdurchströmungsvermögen besitzen als die Leguminosen, so sind die Leguminosen in Bezug auf die Aneignung der in der Bodenflüssigkeit gelösten Nährsalze überlegen.

2. Diesem Umstande haben sich die Leguminosen im Kampfe ums Dasein in verschiedener Weise angepasst, einmal dadurch, dass sie sich durch eine Symbiose mit Bakterien unabhängig gemacht haben von den Stickstoffverbindungen des Bodens, zweitens dadurch, dass sie sich infolge eines grösseren und tiefer gehenden Wurzelsystems, sowie auch durch eine grössere Acidität ihrer Wurzeln diejenigen Nährstoffe des Bodens zugänglich gemacht haben, welche den Gramineen nicht mehr oder doch weniger zugänglich sind.

3. Wenn man Mischkulturen von Leguminosen und Gramineen, wie z. B. Wiesen, in geeigneter Weise mit Stickstoff düngt und beobachtet, dass dadurch das Wachstum der Gramineen einseitig und selbst auf Kosten der Leguminosen gefördert wird, so rührt das eben daher, dass die Gramineen, welche wegen ihres grösseren Wasserdurchströmungsvermögens hinsichtlich der Aufnahme von Kali und Phosphorsäure günstiger gestellt sind als die Leguminosen, infolge einer Stickstoffdüngung den Leguminosen in jeder Weise bezüglich der Ernährung überlegen sind.

2. Herr O. KELLNER-Möckern: **Untersuchungen über die Bedeutung des Asparagins und der Milchsäure für die Ernährung des Pflanzenfressers.**

Die Frage nach dem Verhalten stickstoffhaltiger Stoffe nicht eiweissartiger Natur im Tierkörper steht auf der Tagesordnung, seitdem von mir 1879 der Nachweis erbracht worden ist, dass Stoffe dieser Art in allen Pflanzen und Pflanzenteilen, zuweilen in sehr beträchtlichen Mengen vorkommen. Man hat zunächst danach gefragt, ob diese Stoffe das Eiweiss vertreten

können, und hat in Untersuchungen mit Fleischfressern mehrfach und übereinstimmend gefunden, dass der Hauptrepräsentant jener Stickstoffverbindungen, das Asparagin, nicht einmal Eiweiss zu sparen, geschweige denn es zu ersetzen imstande sei. Auch als man alle Bruchstücke des zertrümmerten Eiweissmoleküls in der Form der Endprodukte der tryptischen Verdauung an Hunde neben eiweissfreier Kost verfütterte, gelang es nicht, Stickstoffgleichgewicht zu erzielen.

Am Pflanzenfresser haben dann Weiske und viele andere beobachtet, dass das Asparagin bei eiweissarmer, aber kohlehydratreicher Nahrung etwas Nahrungseiweiss zu ersparen vermag, indessen geht auch hier die allgemeine Ansicht dahin, dass diese Wirkung nicht eine direkte sei, sondern auf indirektem Wege zustande komme. Man nimmt an, dass das Asparagin als sehr geeignete Bakteriennahrung die Eiweißstoffe des Futters vor der Zersetzung im Verdauungsschlauche dadurch schütze, dass es den Stickstoffbedarf der Bakterien mehr oder weniger decke, daneben vielleicht von den Mikroorganismen an einer Stelle des Verdauungskanals in Eiweiss übergeführt werde, das an einer anderen Stelle verdaut und so dem Tiere zu einer Quelle von Eiweiss werden könne. Die von mir festgestellte Tatsache, dass Ammonacetat sich in dieser Hinsicht ganz ebenso verhält wie Asparagin, dient wesentlich zur Stütze dieser Ansicht, ebenso die in meinen früheren Versuchen hervorgetretene Tatsache, nach welcher bei eiweissreicherem Futter das Asparagin die erwähnte indirekte Wirkung nicht mehr zeigt.

Die indirekte Sparwirkung des Asparagins, welche bei kohlehydratreichem, eiweissarmen Futter in den Versuchen mit Pflanzenfressern hervorgetreten ist, hat nun manche dazu verleitet, den stickstoffhaltigen Stoffen nicht eiweissartiger Natur die Nährwirkung der Kohlehydrate zuzuerkennen. Dabei hat man ganz ausser acht gelassen, einerseits dass die Sparwirkung nur in jenen seltenen Fällen hervortritt, wenn eine an Kohlehydraten sehr reiche, an Eiweiss aber sehr arme Nahrung verabreicht wird, andererseits aber, dass den Kohlehydraten nicht bloss die Eigenschaft, Eiweiss zu sparen, zukommt, sondern dass dieselben bei Pflanzenfressern die Hauptquelle des Körperfettes und der Muskelkraft sind. Das vielfach, z. B. auch bei der Wertbestimmung der Rohfaser in Anwendung gebrachte Verfahren, die Eiweissersparnis, die im Vergleich zu anderen Nährstoffen beobachtet wird, zum Maßstabe des Nährwertes zu nehmen, ist ganz verwerflich, denn dann müsste man dem Fett, das in dieser Hinsicht von den Kohlehydraten übertroffen wird, einen geringeren Nährwert zuschreiben als den Kohlehydraten. Dazu kommt, dass der Eiweissansatz, bezw. die Ersparnis eine sehr variable Grösse ist, die sich während der Beobachtungsdauer ändert und in der Regel abnimmt, ein Moment, dem man zumeist keine Rechnung getragen hat.

Wenn den stickstoffhaltigen Stoffen nicht eiweissartiger Natur der Nährwert der Kohlehydrate beigelegt werden soll, dann müssten sie auch bei der Fett- und Kraftproduktion dasselbe leisten wie die Kohlehydrate. Die Versuche am Fleischfresser aber haben gelehrt, dass diese Stoffe direkt nichts zu sparen vermögen, eine Tatsache, die schon darauf hindeutet, dass sie auch an der Fettbildung nicht beteiligt sein können. Denn man kennt keinen fettbildenden Nährstoff, der nicht auch zugleich den Eiweisszerfall einzuschränken vermöchte. Um diese Frage jedoch sicherer beantworten zu können, habe ich in Gemeinschaft mit A. Köhler u. a. Versuche mit dem Pettenkoferschen Respirationsapparate ausgeführt. Die Versuchstiere (Hammel) erhielten dauernd ein ganz gleiches, zu Anfang der Versuche für die ganze Dauer derselben in einzelnen Mahlzeiten ausgewogenes Futter, das aus 750 g Wiesenheu, 600 g Maisschrot und 10 g Kochsalz bestand, also ein schwaches Mastfutter. In der einen

Periode wurden 60 g krystallisiertes, chemisch reines Asparagin zugelegt. Die Aufsammlung des Kotes und Harns geschah mittelst Kotbeutels und Harntrichters und wurde in jeder Periode 13 Tage lang fortgesetzt. Im ganzen wurde aus dem Grundfutter täglich pro Kopf verdaut:

	Organische Substanz	Rohprotein
Periode II, mit Asparagin	834,1 g	91,0 g
„ IV, ohne „	821,1 „	92,5 „

Es zeigte sich hier nach der Asparaginaufnahme dieselbe geringe Erhöhung in der Verdauung der stickstoffreien Extraktstoffe und Rohfaser, wie sie bei solchen Versuchen schon oft beobachtet worden ist. — Der Ansatz an Fett und an wasser-, fett- und aschefreiem Fleisch, sowie das Lebendgewicht stellte sich auf

	Fleisch	Fett	Lebendgewicht
Periode II, mit Asparagin	19,3 g	100,0 g	61,5 kg.
„ IV, ohne „	9,4 „	103,1 „	65,6 „

Was zunächst den Fleischansatz betrifft, so erscheint derselbe während der Asparaginfütterung etwas erhöht, indessen ist dies nicht als Wirkung der Zulage, sondern als natürlicher Gang des Stickstoffansatzes aufzufassen, der sich während der im ganzen drei Monate dauernden Versuche verminderte. Von einer direkten oder indirekten Wirkung des Asparagins auf den Fettansatz war also nichts wahrzunehmen.

Dasselbe war der Fall, als wir in der III. Periode dem Tiere täglich 40 g in Wasser gelöste Milchsäure und 15 g Calciumlaktat ins Futter gaben. Hier betrug das Lebendgewicht und der Ansatz:

Fleisch	Fett	Lebendgewicht
15,5 g	104,2 g	64.4 kg

Da sich die Verdauung des Grundfutters (817,9 g org. Substanz und 91,5 g Rohprotein) infolge der Milchsäurebeigabe nicht geändert hatte so ist aus den Ergebnissen zu schliessen, dass diese Säure im Körper glatt verbrennt, ohne irgend etwas anderes als Wärme zu erzeugen.

Die Versuche sind in derselben Weise noch mit einem zweiten Tiere durchgeführt worden, welches infolge hastigen Fressens einige Unregelmässigkeiten in der Verdauung des Futters erkennen liess. Bringt man aber hier die erforderlichen Korrekturen an, so kommt man hinsichtlich des Asparagins wie der Milchsäure zum gleichen Ergebnis.

Nach den vorgeführten Untersuchungen haben weder das Asparagin, noch die Milchsäure als Bestandteile des Produktionsfutters irgend eine Wirkung auf den Ansatz. Für das Asparagin bleibt hiernach im allgemeinen nur der Vorteil bestehen, dass es bei eiweissarmem Futter der Verdauungsdepression entgegenwirkt und indirekt eine kleine Menge Eiweiss erspart. Innerhalb des Produktionsfutters bis zu einem Eiweissverhältnis von 1 : 10 liefern Asparagin und Milchsäure nur Wärme, welche ungenützt abgegeben wird, da reichlich gefütterte Tiere stets einen Überfluss an Wärme erzeugen.

Die vorgeführten Ergebnisse haben selbstverständlich nur Geltung für die zum Versuch benutzten Stoffe. Wie sich Aminoverbindungen oder organische Säuren von höherem Molekulargewicht verhalten, bedarf weiterer Bearbeitung.

Diskussion. Herr TH. PFEIFFER-Breslau fragt, ob man sich bereits

eine Vorstellung darüber bilden könne, warum gerade Asparagin und Milchsäure lediglich zur Wärmebildung im Tierkörper zu dienen vermögen?

O. KELLNER erwidert, dass die Ursache wohl in der sehr einfachen Konstitution liegen möge, indem der tierische Organismus über eine so starke synthetische Kraft, wie sie zur Umwandlung dieser Stoffe in Fett, bezw. Glykogen nötig sei, kaum verfüge; oder aber, dass zu solcher Umwandlung eine grosse Menge Energie erforderlich sei, die natürlich Stoffen entnommen werden müsste, die selbst Fett, bezw. Glykogen zu liefern vermögen. Sicherlich verhalten sich Stoffe, die in ihrer Konstitution dem Asparagin oder der Milchsäure ähnlich sind, ebenso wie letztere.

Herr P. HOLDEFLEISS-Halle a. S. behauptet: Durch die Ernährung kann nicht die Wärmeproduktion des Tieres beeinflusst werden. Stoffe, die im Tierkörper zur Verbrennung dienen können, sind auch imstande, bei Nichtverbrauch Fett zu liefern.

Herr O. KELLNER-Möckern: Herr HOLDEFLEISS ist der Meinung, dass das Tier nicht mehr Wärme erzeugt, als es braucht. Gegen diese Ansicht sprechen so gut wie sämtliche physiologische Arbeiten über den tierischen Wärmehaushalt. Redner legt dies an einigen Beispielen dar.

Ausserdem sprach Herr HAGEMANN-Bonn.

3. Herr A. BÖMER-Münster i. W.: **Die Proteinstoffe des Weizenklebers.**

(Der Vortrag ist bereits anderweitig veröffentlicht.)

Diskussion. Herr H. STEIN-Breslau glaubt darauf hinweisen zu müssen, dass für die Praxis das grösste Interesse vorliegt, stets die auf chemischem Wege oder durch Lösung gewonnenen Kleberbestandteile durch Backversuche auf ihren Einfluss auf die Backfähigkeit zu kontrollieren. Unter Vorzeigung zweier Brötchen von grosser Volumendifferenz beweist Redner, dass, entgegen der Ansicht WITTMACKS, die Grösse des Gebäcks fortgesetzt steigend ist entsprechend dem Kleberzusatz (25 Proz.). Gleiches wäre bei Anwendung der Kleberbestandteile zu untersuchen.

Herr BÖMER-Münster i. W.: Die Versuche sind gerade in der Absicht angestellt, die Backfähigkeit der Mehle zu bestimmen. Diese Versuche sind nahezu abgeschlossen und werden in allernächster Zeit veröffentlicht werden.

4. Herr H. IMMENDORFF-Jena: **Über Stallmistkonservierung.**

Es ist meine Absicht, im wesentlichen nur über die Ergebnisse von Versuchen zu berichten, die in Jena, resp. Zwaetzen ausgeführt wurden.

Dass beim Lagern des Stalldüngers grosse Verluste an Stickstoffverbindungen eintreten können, ist zuerst von HOLDEFLEISS zahlenmässig festgestellt worden. Später zeigten MÜNTZ und GIRARD, dass Umwandlungen des Harnstickstoffs, die zu bedeutenden Verlusten führen, bereits im Stalle energisch verlaufen. Diese Beobachtungen und die Unsicherheit der Landwirte in der Beurteilung der in Vorschlag gebrachten chemischen und physikalischen Hilfsmittel zur Festhaltung des Stickstoffs im Stalldünger liessen es sehr wünschenswert erscheinen, mit möglichster Genauigkeit die Schicksale des Stickstoffs im Stalldünger vom Augenblick der Produktion bis zum Aufbringen auf den Acker unter verschiedenen Verhältnissen zu verfolgen. Die D. L.-G. hielt es für ihre Pflicht, dahin zielende Versuche zu unterstützen, und u. a. sind solche Versuche mehrere Jahre hindurch in Jena, bezw. in den dafür geschaffenen Einrichtungen der Ackerbauschule in Zwaetzen zur Ausführung gelangt. Die von PFEIFFER und seinen Mitarbeitern ausgeführten Versuche

und die benutzten und im allgemeinen unanfechtbaren Methoden liegen ausführlich im Druck vor[1]), ich kann mich deshalb darauf beschränken, kurz die gesamten bisher gewonnenen Ergebnisse vorzuführen.

Die von PFEIFFER gefundenen Resultate zeigt folgende Tabelle:

	Ausmisten wöchentl.	Ausmisten täglich				
		Winter 4 Monate Lagerung			Sommer 4 Monate Lagerung	
Stickstoffverluste	Ohne Konservierungsmittel Proz.	Ohne Konservierungsmittel Proz.	Kainit auf der Dungstätte 1,5 kg pro 1000 kg Proz.	Superphosphatgips im Stalle 2 kg pr. 1000 kg Proz.	Ohne Konservierungsmittel Proz.	Schwefelsäure auf der Dungstätte (0,75 kg pro Kopf) Prz.
Im Stalle . . .	17,0	9,9	9,3	4,1	12,7	13,4
Beim Lagern . .	20,5	17,2	19,5	20,8	27,8	7,1
Zusammen:	37,5	27,1	28,8	24,9	40,5	20,5

Meine Versuche, die mit Unterstützung der Herren Direktor LINCKH und Dr. LEMMERMANN ausgeführt wurden, ergaben:

	Winter 4 Monate Lagerung		Sommer und Winter über 10 Monate Lagerung	
Stickstoffverluste	Kainit auf der Dungstätte 1,5 kg pro 1000 kg	Superphosphatgips im Stalle 2 kg pro 1000 kg	Superphosphatgips im Stalle 3 kg pro 1000 kg	Torfstreu im Stalle 3 kg pro 1000 kg
Im Stalle	10,8	2,9	1,9	0,9
Beim Lagern	21,3	19,8	9,7	6,3
Zusammen:	32,1	22,7	11,6	7,2

Aus diesen Versuchsergebnissen ist zu schliessen, dass Kainit und Superphosphatgips (mit ca. 13 Proz. wasserl. Phosphorsäure), in Mengen von 1,5, bezw. 2,0 kg auf 1000 kg Lebendgewicht der Tiere angewendet, mit Bezug auf die Stickstoffverluste bei sonstiger guter mechanischer Pflege des Düngers wirkungslos oder doch so gut wie wirkungslos sind —, und zwar bestätigen die Resultate meiner Versuche durchaus die von PFEIFFER erzielten Ergebnisse. Es ist ferner zu schliessen, dass ein Zusatz von Schwefelsäure die Stickstoffverluste erheblich vermindert, ein Umstand, der jedoch noch keineswegs die Anwendung von Schwefelsäure und schwefelsäurehaltigen Präparaten in der Praxis ratsam erscheinen lässt.

Die Verwendung grösserer Mengen von Superphosphatgips (3 kg pro 1000 kg Lebendgewicht) ergab ein wesentlich besseres Resultat. Trotz des langen Lagerns im Sommer und Winter sind im ganzen nur Verluste

1) Arbeiten der D.L.G. Heft 73 und Landw. Versuchst. 54, 349.

von 11,6 Proz. nachzuweisen gewesen; am Ende des Versuches war allerdings auch die Reaktion der Dungmassen zumeist eine saure. Ziemlich sicher geht aus den Versuchen hervor, dass nicht der Gips, sondern die Phosphorsäure die Konservierungsarbeit geleistet hat.

Das günstigste und bemerkenswerteste Konservierungsergebnis hat ganz zweifellos die Torfstreu (trotz des langen Lagerns) gezeigt. Sie hat besser als alle anderen Mittel gewirkt und im ganzen nur einen Stickstoffverlust von 7,3 Proz. zustande kommen lassen. Es ist die besondere Eignung dieses Materials für den fraglichen Zweck ohne Zweifel zu verdanken der grossen Aufsaugungsfähigkeit für Flüssigkeiten, der starken Oberflächenattraktion und nicht zum wenigsten der stark sauren Reaktion desselben.

Weiter können wir aus einer Reihe der in ihren Ergebnissen vorgeführten Versuche schliessen, dass bei der gebräuchlichen guten Art der Stallmistpflege (Feuchthalten und sorgfältiges Festtreten) sehr bedeutende Verluste an Stickstoff stattfinden, die gar nicht zu vermeiden sind. Da wir annehmen können, dass der Stickstoffgehalt des ganz frischen Mischdüngers sich zusammensetzt aus ca. 40—45 Proz. Harnstickstoff und 55—60 Proz. Stickstoff in den Kot- und Einstreumassen, da ferner in 4 Monaten, je nach den äusseren Verhältnissen, 30—40 Proz. Stickstoff verloren gehen können, so ergibt sich hieraus, meines Erachtens, fast ohne weiteres der wichtigste Grund für die oft mangelhafte Stickstoffwirkung des Stalldüngers. In einer ausführlichen Veröffentlichung werde ich demnächst ausführlich auf diese Verhältnisse zurückkommen.

Die richtigste Art der Stallmistbehandlung (auf den Tiefstalldünger gehe ich nicht ein) ist hiernach, wenn nicht Torfstreu Verwendung finden soll, immer noch ein Problem. Theoretisch dürfte dasselbe ja durch den SOXHLETschen Vorschlag der getrennten Ansammlung und Aufbewahrung von Harn und festen Exkrementen gelöst sein; ob sich dieser Vorschlag in die Praxis übertragen lässt, will ich hier ungeprüft lassen.

Alle diese Versuche, auch die von anderen Forschern angestellten, führen nun nicht zu der positiven Entscheidung der Frage: In welcher Form geht der Stickstoff hauptsächlich verloren? Nach einander hat man verschiedene Prozesse zur Erklärung der Verluste herangezogen, aber ein klares Bild, ob der Stickstoff im wesentlichen in Form von Ammoniak (oder vielmehr von kohlensaurem Ammoniak), ob er in grösseren Mengen als elementarer Stickstoff in die Luft entweicht, haben wir bis heute noch keineswegs.

Beide Prozesse werden mitschuldig an den Verlusten sein, in welchem Masse jedoch, können wir bis heute nicht entscheiden. Es sind dazu Versuche ganz anderer Art notwendig als die bis jetzt ausgeführten.

Diskussion. Herr v. SOXHLET-München wendet sich gegen die vielfach versuchte Diskreditierung des Stallmistes auf Grund von Vegetationsversuchen mit Buchweizen und ähnlichen Pflanzen, die nur eine untergeordnete praktische Bedeutung haben, und gibt darüber Aufschluss, dass die Stallmistbehandlung nach seiner Angabe in mehreren Wirtschaften mit Erfolg eingeführt ist.

Herr GERLACH-Posen: Nach den neusten Forschungen werden vom Stalldüngerstickstoff in der Praxis selbst unter den günstigsten Bedingungen kaum 30 Proz. ausgenutzt. Die Versuche von Pentkowo ergeben häufig noch eine weit niedrigere Ausnutzung. Dass der Stalldünger gar keinen landwirtschaftlichen Wert hat, kann man demnach nicht sagen, nur dass die Ausnutzung des Stickstoffes im Vergleich zum Salpeter- oder Ammoniakstickstoff gering ist, denn letztere Stickstofformen werden zu 50 oder mehr Prozent ausgenutzt. Guter Stalldünger, welcher bei der Mast gewonnen ist, hat einen Düngewert von mindestens 50 Pf. pro Ztr. — Der Stickstoffverlust,

welchen der Stalldünger beim Lagern erleidet, entsteht besonders durch Verflüchtigung von Ammoniak.

Herr Th. PFEIFFER-Breslau macht in Erwiderung auf die Ausführungen GERLACHs darauf aufmerksam, dass sich die Wirkung des Stickstoffs im Stallmist unmöglich an der Hand kurzfristiger Versuche, selbst wenn sich dieselben auf mehrere Jahre erstrecken, richtig beurteilen lässt, will aber zur Vermeidung einer uferlosen Debatte hierauf nicht näher eingehen.

Herr DYHRENFURTH-Schmartsch bei Kattern: In welcher Weise beeinflusst der Zusatz von Konservierungs-Mitteln die Bakterien-Flora des Stalldüngers?

Praktische Beobachtungen haben gezeigt, dass mit Kainit behandelter Dünger schlechter wirkt als unkonservierter.

Herr LOGES-Pommritz: In Pommritz hat bei Feldversuchen der konservierte Mist schlechter gewirkt als der nicht konservierte.

Ausserdem sprachen Herr KRÜGER-Halle a. S. und der Vortragende.

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr K. v. RÜMKER-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 50.

5. Herr MORGEN-Hohenheim: **Über den Einfluss der sogenannten Reizstoffe auf die Milchproduktion und auf die Ausnutzung des Futters.**

(Der ausführliche Bericht über die an der Versuchsstation Hohenheim von Dr. FINGERLING ausgeführte Arbeit wird demnächst in den Landwirtschaftlichen Versuchsstationen erscheinen.)

6. Herr v. SOXHLET-München: **Die Gerinnung schwach saurer Milch beim Kochen.**

Die Natur der ärgerlichen Erscheinung im Milchhandel und in den Haushaltungen, dass anscheinend noch frische und unzersetzte Milch, die im Beginn der Säuerung steht, beim Aufkochen gerinnt, ist nicht bekannt. Mein Mitarbeiter Dr. ANTON SCHEIBE hat darüber Versuche angestellt mit folgendem Ergebnis. Es ist bekannt, dass bei der Gerinnung in der Kälte Folgendes eintritt: Der Käsestoff ist eine Verbindung des Caseins mit Kalk und als solche Verbindung in der Milch gelöst. Reine Caseinlösungen erfordern zur Abscheidung des Eiweißstoffs so viel einer Säure, als zur Bindung des Kalks notwendig ist. Die Milch bedarf zur Gerinnung einer grösseren Säuremenge, nämlich derjenigen, die erforderlich ist, um alles suspendierte Di-y-Tricalciumphosphat zu lösen und alles Di-Alkaliphosphat in Monophosphate überzuführen, und schliesslich der zur Abspaltung der Base Kalk vom Casein notwendigen. 1 l Milch verbraucht dazu meist 60 ccm einer Normalsäure. Setzt man $^1/_8$ davon frischer Milch zu, oder hat sich durch freiwillige Säuerung so viel gebildet, dann schmeckt die Milch kaum säuerlich, sie ist äusserlich unverändert, gerinnt aber beim Kochen. Da hier die Wärme die Wirkung einer 8fach grösseren Säuremenge nicht ersetzen kann, muss es sich um zwei ganz verschiedene Vorgänge handeln.

Der bei freiwilliger Säuerung oder in der Kälte gefällte Käsestoff der Milch hat, möglichst trocken gepresst, auf Trockensubstanz berechnet, nur einen Kalkgehalt von 0,2 Proz., herrührend von dem noch eingeschlossenen Serum;

der beim Kochen schwach saurer Milch ($^1/_8$ Säure) gebildete Niederschlag enthält aber 3 Proz. Kalk. Setzt man der Milch anstatt einer Säure die Lösung eines neutralen Kalksalzes zu, so treten dieselben Gerinnungserscheinungen in der Hitze auf wie durch Säurezusatz, aber man braucht von der Normallösung eines neutralen Kalksalzes fast genau die doppelte Menge einer Normalsäure. Der abgepresste Caseinniederschlag enthält dann auch 3,5—4 Proz. Kalk, d. i. ein wenig mehr als der aus schwach gesäuerter Milch abgeschiedene. Das Gerinnen schwachsaurer Milch beim Aufkochen beruht danach auf der Bildung einer unlöslichen Verbindung von Casein mit löslichen Kalksalzen, und es tritt folgender Vorgang ein: Die zuerst bei der Milchsäuerung gebildeten Säuremengen lösen das suspendierte Dicalciumphosphat, wobei sich Monocalciumphosphat und ein Neutralkalksalz der entstandenen oder zugesetzten Säure bildet, wie Versuche über die Filtration der Milch durch Tonzellen gezeigt haben. 1 ccm Normalsäure wird also 2 ccm der Normallösung löslicher Kalksalze erzeugen. Deshalb wirkt auch bei der Gerinnung in der Hitze die doppelte Menge einer Normal-Kalksalzlösung ebenso wie die einfache Menge einer Normalsäure. Die annähernde Gleichheit des Kalkgehaltes der mit Säuren oder löslichen Kalksalzen in der Hitze erzeugten Caseinniederschläge vervollständigt den Beweis, dass die Gerinnung schwach saurer Milch beim Kochen auf der Bildung einer unlöslichen Verbindung von Casein mit löslichen Kalksalzen beruht. Die mit löslichen Kalksalzen, z. B. Chlorcalcium, erzeugten Niederschläge enthalten nur deshalb etwas mehr Kalk, weil lösliche Kalksalze durch Umsetzung mit Di-Alkaliphosphaten, unter gleichzeitiger Zunahme der Acidität, die Menge suspendierten unlöslichen Kalkphosphats etwas vermehren.

7. Herr A. Köhler-Möckern: **Über die Assimilation des Kalkes und der Phosphorsäure aus verschiedenen Kalkphosphaten durch wachsende Tiere.**

Unter den Futterkalken des Handels nimmt der präzipitierte oder präparierte phosphorsaure Kalk eine bevorzugte Stelle ein. Die Präzipitate bestehen aus einem Gemenge von gefälltem Di- und Tricalciumphosphat. Da mit grosser Reklame entleimte Knochenmehle, calcinierte Knochen, Knochenasche etc. als Ersatz für den präzipitierten phosphorsauren Kalk angepriesen werden und exakte Ausnutzungsversuche mit diesen Phosphaten im Vergleich zu reinem Di- und Tricalciumphosphat nicht vorliegen, wurden an der Versuchsstation Möckern Fütterungsversuche über die Assimilationsfähigkeit der Phosphorsäure und des Kalkes im Tri- und Dicalciumphosphat, im entleimten Knochenmehl und in den calcinierten Knochen angestellt. Die erste Versuchsreihe wurde mit 2 einjährigen Lämmern (I und II) im Sommer 1903 ausgeführt; zur Sicherstellung der hierbei erhaltenen Resultate wurden im Sommer 1904 die Versuche mit zwei 6 Monate alten Lämmern (III und IV) fortgesetzt und ergänzt. Lamm III verweigerte die Futteraufnahme schon während der ersten Periode und wurde deshalb ausgeschieden. Nach dem Versuchsplan von 1903 wurden an die einjährigen Lämmer (I und II) bei in allen Perioden gleichbleibender Futterration (Grundfutter) in 4 Perioden (II—V) die oben genannten Kalkphosphate (Di-, Tricalciumphosphat, entl. Knochenmehl, calcinierte Knochen) verfüttert, und zwar so, dass die zugelegte Phosphorsäuremenge in den Perioden II—V die gleiche blieb = 5 g der Zulage. Die Ausnutzung des Grundfutters wurde in der ersten und letzten Periode (I und VI) der Versuchsreihe festgestellt. Das Grundfutter wurde in seinen organischen Bestandteilen am Anfang und Schluss der Versuchsreihe von beiden Tieren sehr gleichmässig und gut ausgenutzt. Dagegen gaben die Tiere Phosphorsäure und Kalk ab, und zwar Lamm I im Mittel der beiden Perioden (I und VI) 0,543 g Phosphor-

säure und 1,254 g Kalk und Lamm II 0,162 g Phosphorsäure und 0,801 Kalk. Aus Versuchen anderer Autoren (besonders den Versuchen von J. FORSTER, auch E. VOIT) geht hervor, dass bei aschearmer, also kalk- und phosphorsäurearmer Nahrung das Knochengerüst und die Muskeln an Kalk und Phosphorsäure verarmen. Unser Grundfutter war aschearm, es enthielt pro Ration 3,8 g Phosphorsäure und nur 1,89 g Kalk.

In der II. Periode wurde den Tieren zur Grundfutterration 12,44 g Tricalciumphosphat = 5 g Phosphorsäure und 6,102 g Kalk pro Tag zugelegt. Von diesen Mengen wurden im Tierkörper zurückbehalten durch

Lamm I	1,731 g P_2O_5,	2,087 g CaO,
„ II	1,814 „ „	1,679 „ „
Im Mittel beider Tiere wurden angesetzt pro Tag	1,773 g P_2O_5,	1,883 g CaO
	= 35,5 Proz.,	30,8 Proz.

der zugelegten Mengen.

In der III. Periode erhielten die Tiere zum Grundfutter pro Tag 11,566 Dicalciumphospsat = 5 g P_2O_5 und 3,912 g CaO zugelegt. Von diesen Mengen wurden im Tierkörper zurückbehalten durch

Lamm I	1,312 g P_2O_5,	1,356 g CaO,
„ II	1,285 „ „	1,254 „ „
Im Mittel beider Versuche pro Tag	1,299 g P_2O_5,	1,305 g CaO
	= 26,0 Proz.,	33,4 Proz.

der zugelegten Mengen.

In der IV. Periode wurden zum Grundfutter 14,881 g entleimtes Knochenmehl = 5 g P_2O_5 und 6,707 g CaO pro Tag zugelegt, davon wurden ausgenutzt durch

Lamm I	0,949 g P_2O_5 und	1,768 g CaO,
„ II	0,357 „ „ „	1,150 „ ,
Im Mittel beider Tiere pro Tag	0,653 g P_2O_5 und	1,459 g CaO
	= 13,1 Proz.,	21,8 Proz.

der zugelegten Mengen.

In der V. Periode wurden pro Tag zum Grundfutter zugelegt: 12,213 g calcinierte Knochen = 5 g P_2O_5 und 6,557 g CaO.

Lamm I behielt im Körper zurück:	1,033 g P_2O_5 und	1,520 g CaO,
„ II „ „	0,384 „ „ „	0,880 „ „
Im Mittel beider Versuche pro Tag	0,708 g P_2O_5 und	1,200 g CaO
	= 14,2 Proz.,	18,3 Proz.

Am besten wurde die Phosphorsäure des Tricalciumphosphates gegenüber der Phosphorsäure des Dicalciumphosphates ausgenutzt. Dieses Resultat erschien im ersten Moment überraschend; zieht man jedoch die in den Perioden II und III von den Tieren aufgenommenen Kalkmengen in Betracht, so ergibt sich, dass bei der Dicalciumphosphat-Periode den Tieren pro Tag 2,2 g CaO weniger gereicht worden sind. Die schlechtere Ausnutzung der Dicalciumphosphatphosphorsäure konnte sonach nur dem geringen Kalkgehalt der Futterration zugeschrieben werden. Um den Beweis hierfür zu erbringen, wurden im Sommer 1904 die Versuche mit einem 6 Monate alten Lamm (IV) nach der angedeuteten Richtung fortgesetzt und ergänzt. Durch das Grundfutter

wurden dem Tiere 3,57 g Phosphorsäure und 3,46 g Kalk pro Tag zugeführt, von letzterem beinahe doppelt so viel, als die Lämmer I und II der ersten Versuchsreihe im Grundfutter erhalten hatten; infolge dessen wurden durch das Versuchstier im Gegensatz zu den Ergebnissen der ersten Versuchsreihe im Mittel der beiden Grundfutterperioden (I und V) 0,40 g Phosphorsäure und 0,08 g Kalk aus dem Grundfutter angesetzt.

In der II. Periode wurden pro Tag 7,5 Tricalciumphosphat = 3 g Phosphorsäure und 3,69 g Kalk zugelegt, im Tierkörper wurden zurückbehalten

1,16 g P_2O_5 und 1,31 g CaO
= 38,6 Proz., 35,6 Proz.

der in der Zulage gereichten Mengen.

In der III. Periode erhielt das Tier pro Tag 7,2 g Dicalciumphosphat zum Grundfutter zugelegt (3,02 g P_2O_5 und 2,42 g CaO); davon wurden im Tierkörper zurückbehalten

1,05 g P_2O_5 und 1,23 g CaO
= 35,0 Proz. 50,8 Proz.

der zugelegten Mengen.

Um den Beweis zu erhalten, dass die Phosphorsäure des Dicalciumphosphates besser ausgenutzt wird, wenn mehr Kalk zur Dicalciumphosphatration gegeben wird, legten wir dieser pro Tag 7,06 g milchsauren Kalk zu; die in diesem enthaltene Kalkmenge = 1,29 g entspricht derjenigen, die durch die Tricalciumphosphatration dem Versuchstier mehr zugeführt worden ist.

In der IV. Periode erhielt Lamm IV also zur Grundfutterration 7,2 Dicalciumphosphat (3,02 P_2O_5 und 2,42 g CaO) + 7,06 michsauren Kalk zugelegt. Es wurden angesetzt:

1,64 g P_2O_5 und 2,07 g CaO pro Tag
= 54,7 Proz. 55,9 Proz.

der zugelegten Mengen.

Die vorliegenden Resultate der beiden Versuchsreihen zeigen, dass die Versuchstiere die Phosphorsäure und den Kalk aus dem entleimten Knochenmehl und den calcinierten Knochen gleichmässig in sehr geringen Mengen aufgenommen haben. Das Misstrauen, das in der Praxis gegen diese Kalkphosphate besteht, erhält durch unsere Versuche Bestätigung. Wir sehen ferner, dass die Assimilationsfähigkeit der Phosphorsäure und des Kalkes im reinen gefällten Tricalciumphosphat bedeutend besser ist, als bisher angenommen wurde. Weshalb die Phosphorsäure des Dicalciumphosphates durch Lamm I und II schlechter als die des Tricalciumphosphates ausgenutzt wurde, haben wir oben schon angedeutet, es fehlte der betreffenden Futterration die nötige Menge Kalk. Lamm IV nutzte die Phosphorsäure in der Lamm I und II parallel gehenden Periode (Grundfutter + Dicalciumphosphat) schon besser aus, weil das Grundfutter für Lamm IV fast doppelt so viel Kalk enthielt als dasjenige der Lämmer I und II. Am höchsten wurde die Phosphorsäure und der Kalk des Dicalciumphosphates ausgenutzt, als der Dicalciumphosphatration Kalk in Form eines löslichen Kalksalzes, des milchsauren Kalkes, zugelegt wurde. Die Assimilationsfähigkeit der Phosphorsäure des Dicalciumphosphates stieg hierbei von 26 Proz., bezw. 35 Proz. der zugelegten Menge auf 54,7 Proz.

Diskussion. Herr v. SOXHLET-München wird durch die mitgeteilten Versuchsergebnisse in seiner Überzeugung bestärkt, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Beifütterung von phosphorsaurem Kalk nutzlos ist, und dass Phosphorsäuremangel im Futter nur ganz ausnahmsweise eintritt, dagegen fehlt es sehr häufig an Kalk im Futter, so dass hier nicht der teure Futterkalk, sondern der billige kohlensaure Kalk am Platze sei, wo nicht durch natürliche kalkreiche Futtermittel (Leguminosen, Heu) eine Korrektur möglich ist.

Herr KLIEN-Königsberg i. Pr. hat in Waldgarten die Beobachtungen gemacht, dass phosphorsäurearme Weiden, welche mit entleimtem Knochenmehl bestreut wurden, gewinnbringender gewesen sind als solche, welche nur eine Kalkzufuhr erhalten hatten.

Ausserdem sprachen Herr KELLNER-Möckern und der Vortragende.

8. Herr GERLACH-Posen: **Fütterungsversuche auf dem Versuchsgute Pentkowo.**

Diskussion. Herr KELLNER-Möckern möchte nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass es sich bei den Versuchen von GERLACH um noch wachsende Tiere handelt, die selbstverständlich etwas mehr Eiweiss brauchen als volljährige Tiere. Die Versuche sind ferner gegründet auf das Prinzip der Gleichwertigkeit der Nährstoffe und daher insofern nicht unmittelbar beweiskräftig für die Wirkung verschiedener Eiweissgaben. Die Kleie enthält nämlich minderwertige Nährstoffe, während die des parallel verfütterten Baumwollsaatmehls vollwertig sind. Endlich weist Redner auf die ausgezeichnete Übereinstimmung der von GERLACH zuletzt angeführten Versuche mit Schweinen hin; die Reihenfolge der Wirkung von Kartoffeln — Trockenschnitzeln — Rüben deckt sich vollkommen mit der Wertigkeit der in diesen Futterstoffen enthaltenen Nährstoffe; ebenso deckt sie sich mit den Ergebnissen einer Untersuchungsreihe mit Milchvieh, die der Redner in den „Landw. Versuchsstationen“ veröffentlicht hat.

Ausserdem sprachen Herr STEIN-Breslau und der Vortragende.

9. Herr A. EMMERLING-Kiel: **Über eine Methode zur Demonstration des Tongehaltes des Bodens.**

Der Vortragende berichtet über die Versuche seines Assistenten Dr. F. SIEDEN-Kiel, welche derselbe auf seine Anregung unternommen hat, um die Färbekraft des Tons zu einer annähernden Schätzung des Tongehalts der Bodenarten zu benutzen. Nach vielen vergeblichen Versuchen hat SIEDEN eine leicht ausführbare Methode aufgefunden, welche für die Prüfung und Beurteilung der Ackererden recht fruchtbar zu werden verspricht. Doch ist auch diese Methode nicht ganz neu, da GOWALEWSKI schon eine ähnliche Methode zur Prüfung von Ton auf seine Brauchbarkeit zur Ziegelfabrikation gefunden hat. Die von SIEDEN ermittelte Methode ist ganz unabhängig von GOWALEWSKI ausgearbeitet, worüber wir erst vor wenigen Tagen eine Mitteilung in der 4. Auflage der „Anleitung zur einfachen Untersuchung und Beurteilung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe“, Hildesheim 1903, von Dr. H. SIATS gefunden haben. Die Priorität soll also GOWALEWSKI nicht bestritten, aber auch auf eine Mitteilung hier nicht verzichtet werden, einerseits da SIEDEN doch in manchen Punkten anders verfährt, und vor allem, weil das Verfahren von GOWALEWSKI unseres Wissens bisher noch nicht auf agronomische Untersuchungen übertragen worden ist, wozu es doch in hohem Grade, wenigstens in der Modifikation von SIEDEN, geeignet erscheint.

Beide Methoden bilden gewissermassen eine Verbesserung der Untersuchung mit der Schlämmflasche nach Bennigsen. Die Tonschicht wird durch das Hinzufügen eines Farbstoffes, welcher vom Ton gebunden wird, deutlicher gemacht. Gowalewski wählte Methylviolett, mit welchem auch Sieden zuerst gearbeitet hat. Später fand er eine Lösung von Malachitgrün zweckmässiger, und zwar eine Auflösung von 2 g im Liter Wasser.

Bei mineralischen Bodenarten oder solchen, die arm sind an Humus, gestaltet sich das Verfahren einfach. Die Schlämmflasche ist durch das Anbringen eines Tubus modifiziert, wodurch das Herausnehmen kleiner Proben des Tons zu mikroskopischen Untersuchungen ermöglicht wird.

Man schüttelt 30 g Feinerde mit Wasser in der Schlämmflasche einige Zeit und färbt dann durch Zusatz der Malachitgrünlösung, dessen Grösse sich nach dem Tongehalt richtet. Unerlässlich ist die auch schon von Siats empfohlene pendelnde und zugleich um die Längsachse rotierende Bewegung, durch welche die Bildung von Wechsellagerungen gefärbter und ungefärbter Schichten und eine unregelmässige Sedimentierung vermieden wird. Diese Operation, deren Dauer von der Natur des Bodens abhängt, erfordert zuweilen reichlich Zeit, so dass die Konstruktion eines geeigneten Rotierapparates in Aussicht genommen ist.

Auch bei dem in der Regel humusarmen Mergel ist die Methode ohne weiteres anwendbar, nachdem der kohlensaure Kalk durch Vorbehandlung mit Salzsäure und öfteres Dekantieren mit Wasser entfernt ist.

Dagegen ist die Methode in dieser Form bei humushaltigen Ackererden, also in der Mehrzahl der uns interessierenden Fälle, nicht gut anwendbar. Der Humus wirkt schon dadurch störend, dass er selbst ein Farbstoff ist, und die mit Humus belegten Teile nehmen den fremden Farbstoff nicht gut auf.

Hierdurch wurde Sieden zu der Notwendigkeit geführt, den Humus vor dem Versuch grösstenteils zu entfernen. Dies lässt sich durch Oxydation auf wässrigem Wege erreichen.

Die Vorbehandlung wird in einem Becherglas von 400 ccm Inhalt ausgeführt. Man durchfeuchtet die 30 g des Bodens mit 30 ccm gesättigter Kaliumbichromatlösung und fügt 10 ccm konzentrierte Schwefelsäure hinzu. Wenn die heftigste Reaktion vorüber, stellt man auf ein Wasserbad und erhitzt, bis keine Blasen mehr aufsteigen. Bei moorigen Bodenarten muss man noch ein zweites Mal dieselbe Menge Kaliumbichromatlösung und Schwefelsäure hinzufügen. Bei diesen Bodenarten ist es besser, die Reaktion in einer geräumigen Porzellanschale vorzunehmen und zum Schluss noch etwas Kaliumpermanganat hinzuzufügen.

Nach Beendigung der Reaktion wirbelt man den Bodensatz durch einen kräftigen Wasserstrahl auf, lässt den Schlamm sich absetzen und dekantiert. Das Dekantieren wird in derselben Weise mehrfach wiederholt, bis die Flüssigkeit nur noch schwach sauer ist.

Dann füllt man in die Schlämmbirne, färbt mit Malachitgrün und behandelt weiter wie angegeben. Zuletzt stellt man vertikal auf. Die Ablagerung des Tons kann schliesslich durch Hinzufügung von verdünnter Salzsäure beschleunigt werden.

Man erhält in der Regel eine scharfe, deutliche Grenze zwischen Ton und Sand. Die Bilder, welche man erhält, gestatten, den Ton- und Sandgehalt der Bodenarten zu beurteilen, und sind besonders geeignet zum Vergleich verschiedener Bodenarten unter einander.

Die Höhe der Schichten kann man messen und am besten das Volumen in ccm ausdrücken, da die verschiedenen Apparate doch nicht genau dasselbe Kaliber haben.

Es ist auch eine quantitative Bestimmung möglich, indem man die blaue Tonschicht durch eine spritzflaschenartige Vorrichtung abbläst und den restierenden Sand für sich wägt. Der Ton ergibt sich dann durch Differenzrechnung, indem man vom Gesamtgewicht des Bodens Sand, Glühverlust inkl. Feuchtigkeit abzieht. Weitere Mitteilungen darüber wird Dr. SIEDEN veröffentlichen.

Es ist noch zu bemerken, dass der auf solche Weise zur Anschauung gebrachte oder annähernd bestimmte Ton noch durchaus kein reiner Ton ist, da er noch höchst feine Teilchen gleicher Schlämmbarkeit enthält, mineralischen Staub, glimmerartige Schuppen u. s. w. Es ist daher lehrreich, den abgeschiedenen Ton auch unter dem Mikroskop zu betrachten.

Die Aufgabe der Bestimmung des echten sog. kolloidalen Tons ist auch hiermit noch nicht gelöst. Doch zweifle ich nicht an der agronomischen Nutzbarkeit des mitgeteilten Verfahrens. (Der Vortragende demonstriert dasselbe durch Vorzeigung der Apparate mit 6 verschiedenen Bodenarten. Die Apparate sind durch den Glasbläser Müller in Kiel zu beziehen.)

Diskussion. Herr RODEWALD-Kiel: Ich möchte darauf aufmerksam machen, dass der Wert des Tons im Ackerboden wesentlich abhängig ist von seinem Verhalten gegen Wasser und von seinen kolloidalen Eigenschaften. Diese werden gemessen durch die Benetzungswärme oder durch die Hygroskopicität und am Ton, nach der Methode des Herrn Geh.-Rat EMMERLING abgeschieden, durch die Vorbehandlung verändert.

Herr H. v. FEILITZEN-Jönköping fragt an, ob man nicht die Trennung des Tons und des Sandes durch Zentrifugieren besser als durch Hin- und Herschwenken erreichen würde.

Herr SCHNEIDER-Bonn: Die Beurteilung des Tongehaltes nach der Höhe der Tonschicht wird beeinträchtigt durch den Einfluss von Kalk und Salzen auf das Volumen der Tonschicht.

Herr BÖMER-Münster i. W. weist darauf hin, dass die Anwendung der Zentrifuge zur quant. Schätzung von Niederschlägen schon alt ist. Vielleicht dürfte es sich bei der Tonbestimmung empfehlen, der Lösung ein höheres spez. Gewicht zu geben.

Herr RODEWALD-Kiel: Bei der Abscheidung des Tons wird vielleicht die Zentrifuge ihre Dienste versagen, ich glaube aber, dass sie eine Zukunft hat bei der Bestimmung der kapillaren Eigenschaften des Sandes. Ich bin mit der Ausarbeitung einer Methode nach dieser Richtung beschäftigt.

Ausserdem sprachen Herr KRÜGER-Halle a. S. und der Vortragende.

10. Herr HJALMAR VON FEILITZEN-Jönköping: **Einige Düngungsversuche mit dem sog. Kalkstickstoff auf Mineralboden und Moorboden und Untersuchungen über die Zersetzung des Calciumcyanamides in verschiedenen Bodenarten.** (Vorläufige Mitteilung.)

Die mit dem Calciumcyanamid besonders von WAGNER und GERLACH ausgeführten Düngungsversuche haben ergeben, dass die Stickstoffwirkung desselben auf Mineralboden eine sehr gute und dem Ammoniakstickstoff beinahe äquivalent ist.

Von Moorboden liegt bis jetzt nur ein Gefässversuch vor, der an der Moorversuchsstation in Bremen von Prof. TACKE im Jahre 1903 mit einem typischen Hochmoorboden ausgeführt wurde und merkwürdigerweise ein fast negatives Resultat ergeben hat.

Diese verschiedenartige Wirkung auf den verschiedenen Bodenarten hat uns veranlasst, in diesem Jahre an der Versuchsstation des schwedischen

Moorkulturvereins ziemlich ausgedehnte Versuche anzustellen, und über das Ergebnis derselben will ich hier ganz kurz etwas mitteilen.

Es wurden teils Gefässversuche an Gerste und Sommerweizen mit Lehmboden, Sandboden, Niederungsmoor und Mischmoor angestellt und dabei der Cyanamidstickstoff mit Salpeter- und Ammoniakstickstoff verglichen, teils sowohl Vegetationsversuche in grösseren eingegrabenen Gefässen, als Feldversuche an Hafer und Kartoffeln auf einem typischen, gekalkten und mit Sand gemischten Hochmoorboden ausgeführt. Bei den Hochmoorversuchen wurde nur Kalkstickstoff und Salpeterstickstoff verglichen.

In allen Versuchsreihen wurde das Cyanamid 14 Tage vor der Saat ausgestreut und ordentlich eingehackt.

Über die Resultate kann ich leider jetzt nur die Zahlen einer Versuchsreihe angeben, da wir das Übrige noch nicht geerntet haben; aber so viel konnte man aus dem Stand der Versuche mit Deutlichkeit ersehen, dass die Stickstoffwirkung des Cyanamides bei den beiden Getreidearten auf Lehmboden, Sandboden, Niederungsmoor und Mischmoor eine recht gute war. Doch steht es gegen Salpeter und auf einigen Böden auch gegen Ammoniakstickstoff etwas zurück.

Auf dem Hochmoorboden war dagegen die Wirkung äusserst gering sowohl bei Hafer, als bei Kartoffeln, und hier ergänzten sich die Gefäss- und Feldversuche vollständig, weshalb ich die Beobachtungen TACKEs bestätigen kann.

Ich lege hier ein paar Photographien vor, welche die verschiedene Wirkung des Cyanamid- und Salpeterstickstoffs deutlich zeigen.

Die Zahlen des Kartoffelversuches waren im Mittel von 2 Kontrollparzellen die folgenden:

	Ernte pro Gefäss					Mehr durch die Stickstoffdüngung				
	Kraut g	Knollen g	Knollen Anzahl	Gesamternte g	Gewicht von 1 Knolle g	Kraut g	Knollen g	Knollen Anzahl	Gesamternte g	Gewicht von 1 Knolle g
Ohne Stickstoff	237,0	252,0	23	489,0	10,0					
60 kg N. als Kalkstickstoff	399,5	569,5	34	899,0	16,8	92,5	317,5	11	410,0	6,8
60 kg N. als Chilisalpeter	1206,0	2917,0	113	4123,0	25,8	969,0	2665,0	90	3634,0	15,8

Wenn die Erntesteigerung durch die Stickstoffdüngung mit Chilisalpeter = 100 gesetzt wird, so stellt sich das Verhältnis folgendermassen:

	Kraut: Gewicht	Knollen: Gewicht	Knollen: Anzahl	Gesamternte: Gewicht	Durchnittsgewicht von 1 Knolle
Chilisalpeter	1 00	100	100	100	100
Kalkstickstoff	10	12	12	11	43.

Nach TACKE scheint die Umwandlung des Kalkstickstoffs in für die Pflanzen aufnehmbare Stickstoffnahrung viel langsamer zu erfolgen als auf mineralischen Bodenarten, und um dies nachzuprüfen, haben wir auch im verflossenen Sommer einen besonderen Versuch angestellt, dessen Ergebnis ich auch gleichzeitig berühren möchte.

Zu den Versuchen wurden von 3 Bodenarten, nämlich 1) Sandboden, 2) gut zersetztem Niederungsmoor und 3) schlecht zersetztem Hochmoor (alle drei Bodenarten waren einige Jahre in Kultur), je 2 glasierte Porzellangefässe gefüllt, in das eine 1,5 g Calciumcyanamid hineingebracht und dann die Gefässe 5 Wochen lang im Freien stehen gelassen. Nach dieser Zeit wurde der Boden in allen Gefässen mit Wasser ausgelaugt und Ammoniak- und Salpeterstickstoff bestimmt.

Von dem Cyanamidstickstoff fanden sich nach dieser Zeit in Prozenten:

	als Ammoniak-stickstoff	als Salpeter-stickstoff
beim Sandboden	4,0	25,2
„ Niederungsmoor	4,2	57,1
„ Hochmoor	3,0	2,3.

Wie aus den Zahlen zu sehen ist, ist schon in der Zeit von 5 Wochen bei den ersten beiden Bodenarten ein grosser Teil des Cyanamidstickstoffs in Salpetersäure umgewandelt (bei Sandboden $^1/_4$ und bei Niederungsmoor sogar mehr als die Hälfte), aber in dem Hochmoorboden fanden sich nur ganz winzige Mengen.

Es geht also in dem letzten Boden die Umwandlung des Cyanamidstickstoffs ausserordentlich langsam vor sich, und dies erklärt die schlechte Wirkung bei den Düngungsversuchen.

Diskussion. Es sprachen die Herren LEMMERMANN-Dahme, KLIEN-Königsberg i. Pr. und SALZMANN-Gross Lichterfelde.

11. Herr R. OTTO-Proskau: **Vergleichende Düngungs- und Vegetationsversuche mit Kalkstickstoff bei gärtnerischen Kulturpflanzen.**

M. H.! Ich möchte kurz die Ergebnisse einiger Düngungs- und Vegetationsversuche mitteilen, welche bezweckten, die Wirkung des neuen stickstoffhaltigen Düngemittels Calciumcyanamid ($CaCN_2$), gewöhnlich kurz Kalkstickstoff genannt, im Vergleich mit Chilisalpeter und schwefelsaurem Ammoniak bei gärtnerischen Kulturpflanzen, die im allgemeinen viel empfindlicher sind als landwirtschaftliche, kennen zu lernen.

Die Versuche, die fortgeführt werden, habe ich vom Mai bis August 1904 teils im freien Lande, teils im Vegetationshause durchgeführt. Es soll hier später neben der Ertragssteigerung auch die chemische Zusammensetzung, der Nährwert, der Geschmack und der Marktwert der mit Kalkstickstoff kultivierten Gemüsearten geprüft werden.

Den bei den Versuchen verwendeten Kalkstickstoff hatte uns in dankenswerter Weise die „Cyanid-Gesellschaft"-Berlin SW., Askanischer Platz 3, zur Verfügung gestellt. Er stellt ein feines schwarzes Pulver dar mit Geruch nach Calciumkarbid, welches 19,4 Proz. Stickstoff enthält.

A. Düngungsversuche.

Dieselben wurden auf einem leichten Boden des Kgl. pomologischen Instituts, der bisher der Gemüsekultur gedient hatte, ausgeführt. Das betreffende

Quartier hatte im April eine für gärtnerische Gemüsekultur übliche Stallmistdüngung erhalten und wurde daneben Anfang Mai parzellenweise im landwirtschaftlich starken Sinn (entsprechend 5 Zentner Chilisalpeter pro ha oder 25 g pro qm) mit den gleichen Stickstoffmengen in Form von Chilisalpeter (25 g pro qm), schwefelsaurem Ammoniak (18,4 g pro qm) und Kalkstickstoff (20 g pro qm) gedüngt. Eine vierte Parzelle erhielt nur die Stallmistdüngung.

Beim Spinat (Sorten: Non plus ultra, Triumph, Viktoria), wo die Samen noch an demselben Tage in die auf 8 cm Tiefe untergebrachte Kalkstickstoff- sowie schwefelsaure Ammoniakdüngung eingesät wurden, zeigte sich nach 14 Tagen, dass bei allen drei Sorten die Pflänzchen auf den Kalkstickstoffparzellen schlechter aufgegangen waren als auf denen mit schwefelsaurem Ammoniak und blosser Stallmistdüngung. (Der Chilisalpeter wurde der betreffenden Parzelle erst später als Kopfdüngung nach dem Aufgehen der Pflänzchen gegeben.) Nach weiteren 14 Tagen waren im allgemeinen die Pflanzen auf den mit Chilisalpeter und schwefelsaurem Ammoniak gedüngten Parzellen die besten, der Kalkstickstoff jedoch besser als blosse Stallmistdüngung. Acht Tage darauf waren die mit Chilisalpeter und schwefelsaurem Ammoniak gedüngten Pflanzen fast gleich, nicht wesentlich nach standen jetzt die mit der Kalkstickstoffdüngung, die denen mit blosser Stallmistdüngung weit voraus waren, so dass also schon jetzt ein wesentlicher Erfolg mit der Kalkstickstoffdüngung zu verzeichnen ist. Diese günstige Wirkung des Kalkstickstoffs steigerte sich bis zur Ernte, wo durchschnittlich am besten die mit Ammoniakstickstoff gedüngten Pflanzen standen. Fast ebenso günstig hatte jedoch auch der Kalkstickstoff und Salpeterstickstoff gewirkt, während die bloss mit Stallmist gedüngten Pflanzen diesen gegenüber weit zurück waren.

Es ist hier also deutlich die günstige Wirkung des Kalkstickstoffs konstatiert, wenn dieselbe auch nicht gleich von Anfang an hervortritt, sondern mehr allmählich wirkt.

Die Salatpflanzen (Kopfsalat Bruingeel, Zadeler, Maikopf, Rudolfs Liebling, Vorläufer, grüner Steinkopf) wurden teils einen Tag, teils 12 Tage nach der 8 cm tief untergebrachten Düngung eingepflanzt. Auf den Beeten, wo die Pflanzen in die frische Kalkstickstoffdüngung kamen, blieben dieselben sehr merklich allen anderen gegenüber zurück, viele gingen ganz ein. (Der Salat ist eben sehr empfindlich gegen frische Kalkstickstoffdüngung, wie das auch die Vegetationsversuche gezeigt haben.) Bei den Beeten jedoch, wo die Pflanzen erst 12 Tage nach der Kalkstickstoffdüngung eingesetzt waren, wurde ein deutlicher Erfolg mit der Kalkstickstoffdüngung erzielt, indem der Kalkstickstoff die gleiche Wirkung zeigte wie das schwefelsaure Ammoniak und der Chilisalpeter, so dass auch beim Salat, sobald er nicht in die frische Kalkstickstoffdüngung gesetzt wird, eine günstige Wirkung mit dem Kalkstickstoff erzielt worden ist.

Es hat sich also bei diesen Freilandversuchen trotz der vorher gegebenen Stallmistdüngung eine gleichzeichtige Kalkstickstoffdüngung gut bewährt.

B. Vegetationsversuche.

Die Versuche wurden in grösseren WAGNERschen Vegetationszylindern durchgeführt, von denen jeder 18,5 kg einer guten gärtnerischen Kulturerde enthielt. Die eine Reihe Gefässe erhielt als Düngung 5 g Stickstoff in Form von Kalkstickstoff (pro Gefäss 26 g), die andere in Form von schwefelsaurem Ammoniak (pro Gefäss 24 g), die dritte in Form von Chilisalpeter (pro Gefäss 32 g, später als Kopfdüngung gegeben), die vierte war ungedüngt (kein Stickstoff).

a) Weisskohl, holländischer früher. Die Düngung, der Kalkstickstoff sowohl, wie das schwefelsaure Ammoniak, waren in dem ganzen Erdquantum gleichmässig verteilt. Der Chilisalpeter wurde 14 Tage später bis auf 2 cm Tiefe als Kopfdüngung gegeben. Die 4 Tage nach der erfolgten Kalkstickstoffdüngung eingesetzten Pflanzen blieben anfangs etwas hinter den übrigen in der Entwicklung zurück, doch erschienen sie nicht krank, hatten vielmehr tiefer grüne Blätter als die übrigen. Dann war von einem Zurückbleiben der Kalkstickstoffpflanzen nichts mehr zu bemerken. In der Folgezeit überholten sogar die Kalkstickstoffpflanzen die übrigen. Das machte sich besonders in der Kopfausbildung geltend, indem die festesten Köpfe beim Kalkstickstoff und schwefelsauren Ammoniak gebildet wurden, während mit Chilisalpeter gedüngte und ungedüngte hierin erheblich zurückblieben. In Zahlen ausgedrückt, stellen sich diese Verhältnisse bei der Ernte wie folgt:

Kalkstickstoff 460,
Ammoniakstickstoff 425,
Nitratstickstoff 200,
Ungedüngt 200.

Es wirkt also sicher auch auf die Kopfausbildung der Kohlpflanzen der Kalkstickstoff äusserst günstig ein.

b) Mais. Die Düngung wurde in gleicher Weise wie beim Kohl dem Boden einverleibt. 3 Tage nach erfolgter Düngung wurden in jedes Gefäss 5 Samen von Pferdezahnmais 4 cm tief eingesät. Die Pflanzen gingen in allen Reihen gleichmässig auf, so dass keine ungünstige Beeinflussung seitens des Kalkstickstoffs sowohl bei der Keimung, als auch beim Weiterwachsen der Pflanzen konstatiert werden konnte. Später machten sich Unterschiede in den einzelnen Reihen insofern geltend, als die Kalkstickstoffpflanzen sowohl die Nitrat-, als Ammoniakstickstoffpflanzen überholt hatten. Die Verhältniszahlen waren hier bei der Ernte:

Kalkstickstoff	11,
Nitratstickstoff	9,
Ammoniakstickstoff	7.

Es hatte somit beim Mais der Kalkstickstoff noch bedeutend besser als der Nitrat- und Ammoniakstickstoff gewirkt.

c) Salat. Der Salat ist, wie auch die Düngungsversuche gezeigt haben, gegen eine frische Kalkstickstoffdüngung, selbst wenn sie 8 cm tief untergebracht wird, äusserst empfindlich. Das gleiche zeigte sich bei den Vegetationsversuchen, wenn die Düngung in der ganzen Erde gleichmässig eingemengt und die Pflanzen 2 Tage nach der Düngung ausgepflanzt wurden. Es wiesen dann die mit Kalkstickstoff gedüngten Pflanzen deutlich Krankeitserscheinungen auf, indem die Blätter braun wurden und abstarben, während die Pflanzen aller übrigen Düngungsreihen sich normal weiter entwickelten. Die Kalkstickstoffpflanzen blieben auch in der Folgezeit zirka 4 Wochen hinter den übrigen zurück, wuchsen aber dann allmählich normal weiter. Die Schädigung ist also eine vorübergehende und findet nur statt, wenn die Pflanze in die frische Düngung eingesetzt wird. Beim Auspflanzen 14 Tage nach erfolgter Düngung fand auch hier bei den Vegetationsversuchen keine wesentliche Beeinträchtigung mehr statt, ebenso keine, wenn das Düngemittel in gleicher Stärke in einer Tiefe von 13—26 cm in den Boden gebracht wurde. Bei der Ernte stand im Ertrage obenan der Chilisalpeter, dann das schwefelsaure Ammoniak, weiter zurück der Kalkstickstoff, und zwar in folgenden Zahlenverhältnissen:

Bei gleichmässiger Unterbringung des Düngemittels	Chilisalpeter 68, Schwefelsaures Ammoniak 50, Kalkstickstoff 34.
Bei tieferem Unterbringen (13—26 cm)	Kalkstickstoff 63,8.

Die Versuche werden, wie gesagt, fortgesetzt, doch scheint schon aus diesen Beobachtungen zu folgen, dass sich der Kalkstickstoff auch für gärtnerische Kulturpflanzen, insbesondere Gemüsearten, gut bewähren wird.

Diskussion. Herr LEMMERMANN-Dahme bemerkt, dass die Resultate seiner Versuche sich im grossen und ganzen mit den Ergebnissen, die Prof. OTTO erzielt hat, decken, und erwähnt, dass der Kalkstickstoff noch auf in der Entwicklung ziemlich weit fortgeschrittene Pflanzen ungünstig wirkt, wenn man ihn als Kopfdünger verwendet.

12. Herr E. WEIN-Weihenstephan: **Kalkstickstoff-Versuche.**

Der Kalkstickstoff wurde bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Feldversuchen und zu Versuchen mit Gartenpflanzen angewandt; auch letztere waren Freilandversuche. Die Resultate waren:

Auf lehmigem Sandboden wirkte der Kalkstickstoff auf Gerste ungefähr gleich wie der Ammonstickstoff, beide standen hinter dem Salpeterstickstoff zurück. Das gleiche Resultat wurde auf Moorboden (Niederungsmoor mit etwa 3 Proz. $CaCO_3$) und anmoorigem Boden erhalten. Der Kalkgehalt des Bodens spielte bezüglich der Verwertbarkeit keine sehr wesentliche Rolle. Die Versuchsresultate von Kartoffeln liegen noch nicht vor.

Bei Gartengewächsen wirkte der Kalkstickstoff so gut wie Ammonstickstoff. Bei vielen Gartenpflanzen, wie Salat, Rettich, den Kohlarten etc., wirkten alle 3 Stickstofformen ungefähr gleich gut. Es kommt dem Kalkstickstoff also für die Gartendüngung eine beachtenswerte Bedeutung zu.

Ganz ausgeschlossen für Gartendüngung ist die Anwendung als Kopfdünger und die Unterbringung unmittelbar vor der Aussaat oder vor dem Stecken der Gartenpflanzen.

---

3. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr VON SOXHLET-München.

Zahl der Teilnehmer 51.

13. Herr PAUL HOLDEFLEISS-Halle a. S.: **Einige Beziehungen zwischen Meteorologie und Ackerbau.**

Die Wichtigkeit der Witterungsvorgänge für den landwirtschaftlichen Betrieb überhaupt, besonders aber für den Ackerbau wird allgemein anerkannt. Es ist einleuchtend, dass gerade bei dem letzteren, also bei der landwirtschaftlichen Erzeugung von pflanzlichen Produkten, die Witterungsfaktoren das eigentlich Massgebende sind. Trotz der Einsicht in die Wichtigkeit fehlt es aber gerade auf diesem Gebiete an genügender Klarheit über die tieferen Zusammenhänge zwischen Ursachen und Wirkungen. Es ist wohl bekannt, dass Trockenheit zur Zeit der Aussaat einer Pflanze den Aufgang nachteilig be-

einflusst, dass andererseits übermässige Nässe die Bearbeitung des Bodens erschwert, dass eine gewisse Intensität des Winters empfindliche Wintersaat vernichtet, dass weiter trübe, regnerische und kühle Witterung bei dem Blühen des Getreides, der Kleearten und anderer Pflanzen den Erfolg, also die Körnerbildung nachteilig beeinflusst, und dass natürlich auch ungünstiges Erntewetter das Einbringen der Ernte erschwert und die Qualität des Ernteproduktes herabsetzt usw. Trotzdem kennt man damit aber noch nicht alle tiefgehenden Beziehungen in dieser Hinsicht, und es kommen häufig Überraschungen nach der günstigen oder auch ungünstigen Seite vor, indem schliesslich der eigentliche Ernteertrag doch anders ausfällt, als man nach den gewöhnlichen Überzeugungen unter Berücksichtigung der vorher beobachteten Witterungserscheinungen erwartet hat. Dass dieser Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung noch nicht bis in seine letzten Punkte hin bekannt ist, liegt vor allem daran, dass sowohl die Meteorologie, als auch die wissenschaftliche Behandlung der Landwirtschaft, also die Landwirtschaftswissenschaft, mit zu den jüngsten Wissenschaften überhaupt gehören. Beiden kann man kaum ein höheres Alter als 40 bis 50 Jahre zuerkennen. Bei den vielfachen Versuchen nun, die in der letzten Zeit unternommen wurden, die Meteorologie in den Dienst der Landwirtschaft zu stellen, fehlte hauptsächlich noch die Klarheit über die Ziele. Meistens bemüht man sich in erster Linie, die unmittelbare Witterungsvorhersage von einem Tage zum anderen auszubilden, um damit dem Landwirt ebenso wie auch vielen anderen Berufsarten die Möglichkeit zu geben, danach am Anfange des Tages oder auch vorher die erforderlichen Dispositionen in seinen Beschäftigungen zu treffen. In dieser Beziehung waren die Bestrebungen bis in die allerneuste Zeit von verhältnismässig geringem Erfolge begleitet, zunächst aus dem Grunde, weil diese Art der Wettervorhersage auch mit den neusten Errungenschaften nur in beschränktem Masse möglich ist; vor allem sind direkte Irrtümer nicht ausgeschlossen, und diese fallen für den Landwirt in hervorragendem Masse ins Gewicht. Vor allem ist für den Landwirt auch das Ausbleiben eines drohenden Witterungsereignisses von Nachteil, während z. B. bei der Schiffahrt das Ausbleiben eines angekündigten Sturmes ohne weiteres in den Kauf genommen wird. Andererseits hat sich die erwähnte Wettervorhersage auf kurze Zeit auch aus dem Grunde in der Landwirtschaft nur langsam Eingang verschaffen können, weil der Wert derselben oft bedeutend überschätzt wird. Als Ziel für die weitere Beschäftigung mit diesem Gegenstande muss vielmehr bezeichnet werden die Bestimmung des allgemeinen Witterungscharakters für eine längere Zeit und zweitens eine weitere Kenntnis der Beziehungen zwischen den Witterungsfaktoren und der landwirtschaftlichen Produktion; als drittes Ziel wäre event. noch wünschenswert eine mögliche Beeinflussung der Witterungserscheinungen direkt.

Was zunächst die Vorhersage anbetrifft, so ist es klar, dass die sichere Kenntnis der Witterung auf einen Tag voraus immerhin auch für den Landwirt angenehm und oft auch vorteilhaft wäre, indem er am Abend vorher oder auch früh die Verteilung der Arbeiten am Tage danach bestimmen könnte. Auf die grossen Unannehmlichkeiten bei einer dabei erlebten Enttäuschung wurde aber bereits oben hingewiesen; hinzukommt, dass von dieser Kenntnis des Wetters auf einen oder höchstens zwei Tage im Voraus nicht eigentlich der wirtschaftliche Betrieb in seinen grossen Gesichtspunkten abhängt; dieser hängt vielmehr davon ab, wie sich die Witterung in einer längeren Zeit, entweder in mehreren Wochen oder in einem Viertel-, in einem halben oder ganzen Jahre, verhält. Wenn man in der Erntezeit weiss, dass man sich in einer trockenen Periode befindet, so macht ein Regentag in Bezug auf die allgemeine Art der Ernteeinbringung nicht wesentlich etwas aus; ebenso auch

umgekehrt ein schöner Tag in einer längeren regnerischen Periode. Sodann ist es aber für den gesamten Landwirtschaftsbetrieb unendlich viel wichtiger, im Herbst z. B. zu wissen, ob wir mehr einen trockenen, kalten Winter zu erwarten haben oder einen feuchteren und wärmeren, und ebenso im Frühjahr, ob der folgende Sommer kühl und nass oder heiss und trocken sein wird. Danach lassen sich erst die für den ganzen Betrieb massgebenden Dispositionen treffen.

Die Vorhersage des allgemeinen Witterungscharakters auf längere Zeit ist wesentlich gefördert durch den Hinweis von van Bebber in Hamburg auf die Wichtigkeit der Hochdruckgebiete, und diese Gesichtspunkte können noch erweitert werden durch die Beobachtung, dass diese Hochdruckgebiete selbst sich in manchen längeren Zeiträumen mehr in einer südlichen Region in Europa bewegen und zu anderer Zeit wieder mehr in einer nördlichen Linie. Diese Aufenthaltsorte, resp. bevorzugten Wege der Maxima sind dann insofern massgebend für den Witterungscharakter, als die nördliche Linie vorwiegend trockene Witterung, die südliche dagegen hauptsächlich feuchte Witterung mit sich bringt.

Für den Witterungscharakter einer noch längeren Zeit, also z. B. eines halben Jahres, sind vor allem die neueren, wesentlich genauer ausgestalteten Beobachtungen über das Auftreten und über die Wirkung der Sonnenflecken zu beachten. Im Zusammenhang mit diesen ist je nach ihrer Ausdehnung der Witterungscharakter eines halben oder ganzen Jahres trocken und zu Extremen geneigt, im anderen Falle, wenn wenig Sonnenflecken auftreten, feucht und ausgeglichener. Im Zusammenhang mit den Sonnenflecken steht ebenfalls die Beobachtung des Schweden Hildebrandsson, der festgestellt hat, dass die Niederschlagsverhältnisse, wie sie in den Frühjahrsmonaten April bis Juni in Neufundland herrschen, sich etwa nach einem Jahre in Mitteleuropa zeigen.

Was nun die Aufklärung der Beziehungen zwischen der Witterung und dem Landwirtschaftsbetriebe betrifft, so sind dabei einige hauptsächlich in Betracht kommende Witterungserscheinungen zu beobachten. Der Sonnenschein ist ja zunächst insofern das Wichtigste, als dieser der eigentliche Urheber aller Vorgänge in der Atmosphäre ist, soweit wir sie meteorologische Erscheinungen nennen. Von neueren Beziehungen, soweit sie der Referent feststellen konnte, sind aber noch zu nennen die Einwirkung intensiven Sonnenscheins auf das Auswintern des Wintergetreides, indem nachgewiesen werden konnte, dass eine starke Kälte ohne Schnee bei starkem Sonnenschein die Pflanzen viel sicherer vernichtet als an trüben Tagen. Weiter ist auf die Beziehungen des Sonnenscheins zum Weinbau hinzuweisen, indem hier die Sonne die hauptsächlich qualitäterzeugende ist. Dass nun die besten Qualitäten beim Weinbau gerade an den Abhängen von Flusstälern oder auch an Binnenseen sich finden, liegt weniger, wie bisher gemeint wurde, an der Wärmereflexion durch die Wasserfläche, als vielmehr daran, dass in solchen engen Flusstälern in der Luft vorwiegend die Tendenz zu absteigenden Luftströmungen vorhanden ist und damit zur Aufklärung der Luft und zu Sonnenschein. Auch für das Blühen des Getreides und anderer Feldfrüchte, wie vor allem auch für die Ausbildung des Zuckers in den Zuckerrüben, der wertvollen Stoffe im Tabak kommt der Sonnenschein besonders in Betracht. Zu berücksichtigen ist dabei aber nicht nur die Dauer des Sonnenscheins, sondern auch die Intensität, für die die Messung allerdings noch verhältnismässig unvollkommen ist.

Stark unter dem Einfluss des Sonnenscheins steht die Lufttemperatur, die natürlich ebenfalls für die Pflanzenproduktion von Wichtigkeit ist. Das Keimen der Saat, das Leben der Pflanzen im Winter, die Schnelligkeit der Entwicklung im Frühjahr und Sommer hängen nebst vielen anderen Erscheinungen von der Lufttemperatur ab. Von der Lufttemperatur und vom Sonnenschein

hängt es weiter ab, ob das Getreide langsam oder schnell ausreift, wobei im ersteren Falle mehr Stärkemehl in den Körnern abgelagert wird, wodurch der Eiweissgehalt zurücktritt, oder umgekehrt kleinere, weniger ausgefüllte Körner entstehen, bei denen das Eiweiss einen grösseren Teil einnimmt. Damit steht der Unterschied z. B. des südrussischen gegenüber dem englischen Weizen im Zusammenhang. Hierbei spricht auch die Luftfeuchtigkeit mit, indem trockene Luft für schnellere Verdunstung sorgt und damit für grössere Konzentration der Zellsäfte. Von grosser Bedeutung sind die Niederschlagsverhältnisse sowohl für das Aufgehen der Saaten, als auch die Gefahr des Auswinterns des Getreides, wie auch allgemein für das Wachstum der Feldfrüchte im Sommer. Hierbei kommt es vor allem darauf an, die für die betreffenden Pflanzen in Frage kommenden Zeiträume zusammenzufassen, wobei nicht nur die gesamte Vegetationszeit, sondern auch eine gewisse Periode vor derselben in Frage kommt. Die Form der Niederschläge ist insofern wichtig, als eine reichliche Schneedecke im Winter die Gefahr des Ausfaulens von stark entwickeltem Wintergetreide nach sich zieht, andererseits aber auch manche Wintersaaten vor der Gefahr des Erfrierens schützt. Was nun die Schutzmassregeln anbetrifft, die gegen die Witterungsfaktoren zur Verfügung stehen, so ist zunächst die Kenntnis des Klimas sehr wichtig. Wenn genaue Beobachtungen in der engeren Lokalität vorliegen aus einer genügenden Reihe von Jahren, um eine Beurteilung des gesamten Klimas zu ermöglichen, so hat man damit schon im Voraus ein Mittel, sich gegen nachteilige Einflüsse zu schützen, resp. die Faktoren nützlich zu verwerten. Weiter ist man in der Lage, durch Regulierung des Grundwasserstandes, wie es z. B. durch die verbesserte Ackerdrainage von Julius Kühn möglich ist, die Gefahr des Auswinterns wie auch den Wasservorrat in der Vegetationszeit künstlich zu beeinflussen. Wie weit man mit Hilfe des Hagelschiessens die Hagelgefahr vermindern oder auch durch dasselbe Mittel direkt auf Erzeugung von Niederschlägen hinwirken kann, wird noch eine Frage der nächsten Zeit sein.

Diskussion. Herr K. von Rümker-Breslau teilt mit, dass, wenn man, um die Beziehungen zwischen Ernteerträgen und Witterung zu studieren, von der Pflanze ausgeht und die Hauptgattungen (später auch vielleicht Rassen) der Kulturpflanzen in ihre Hauptentwicklungsphasen zerlegt und für diese Perioden die Summen von Niederschlägen, Sonnenscheindauer und event. auch Lufttemperatur feststellt und diese Ergebnisse mit den Ernteerträgen vergleicht, man zu einem sehr deutlichen Bilde kommt, wie dreijährige Untersuchungen auf dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde der Universität Breslau zu Rosenthal (veröffentlicht in Band II, Heft 5, der Mitteilungen der landwirtschaftlichen Institute der Universität Breslau 1904) gezeigt haben.

Herr Krebs-Grossflottbek verweist in Bezug auf seinen zitierten Vortrag über Verdunstungsmessungen in der Abteilung Geophysik auf ein kurzes Referat, das von einem unbekannten Berichterstatter in der Schlesischen Zeitung vom 21. September 1904 erschienen ist.

Herr Mitscherlich-Kiel: Im Anschluss an den Verdunstungsmesser von Herrn Dr. Krebs-Hamburg möchte ich darauf hinweisen, dass ich bereits seit zwei Jahren einen Verdunstungsmesser konstruiert und auf meinem Versuchsfelde in Tätigkeit habe, der uns gestattet, direkt das Integral der Verdunstung nach der Zeit zu bestimmen. Der Apparat besteht in einem mit Wasser gefüllten Tonzylinder, dessen offene Seite in ein Rohr ausläuft, welches in einen Messzylinder eintaucht. Je nach der Stärke der Verdunstung wird Kapillarwasser aus dem Messzylinder aufgesaugt. Nach dem Fallen des Wasserstandes in diesem Zylinder lässt sich somit die Grösse der Verdunstung bestimmen.

14. Herr BARTSCH-Breslau: **Über den Einfluss des Kalkstickstoffs auf die Keimungsenergie.**

Da man beobachtet hatte, dass der Kalkstickstoff auf die Keimungsenergie unter Umständen eine nachteilige Wirkung ausübt, so wurde folgender Versuch angesetzt, der darüber Aufschluss bringen sollte.

50 Vegetationsgefässe wurden mit je 8 kg von einem sandigen, an allen Nährstoffen armen Boden gefüllt, und die Hälfte von diesen erhielt keine Düngung. Diese wurden als Vergleichsgefässe zu jeder einzelnen Serie von Töpfen benutzt, um einen Einblick zu bekommen, ob schon die äusseren, namentlich die Temperaturverhältnisse, Unterschiede in der Keimung hervorriefen. Sie sollten uns also in den Stand setzen, die Grösse dieser Fehlerquelle kennen zu lernen, um ihren Einfluss auf das Resultat auszuschalten.

Von den übrigen 25 Töpfen wurde ungefähr $^1/_3$ des Bodens zu gleicher Zeit mit 2 g Kalkstickstoff gemischt und immer von 5 ungedüngten und 5 gedüngten je 1 Topf mit einer abgezählten Menge Körner von Senf, Roggen, Weizen, Hafer und Gerste besät. Die Einsaat erfolgte bei den ersten 5 sofort nach der Düngung, bei den übrigen immer bei je 5 in Abständen von 1 Woche. Es wurden nun, um die Resultate des Versuchs besser veranschaulichen zu können, dieselben graphisch dargestellt, und die roten Linien zeigen die Resultate der gedüngten, die grünen Linien die Resultate der ungedüngten Töpfe an.

Betrachten wir das Resultat des Versuchs, so sehen wir, dass bei Senf wie bei den 4 Cerealienarten der Kalkstickstoff stets nachteilig wirkt auf die Keimungsenergie, wenn Düngung und Aussaat gleichzeitig erfolgen, bei Senf, Hafer und Gerste wirkt der Kalkstickstoff sogar noch nachteilig auf die Keimfähigkeit. Auch nach einer Woche sieht man immer noch bei Senf, Roggen und Hafer deutlich den nachteiligen Einfluss des Kalkstickstoffs, schwächer allerdings bei Weizen und Gerste.

Nach 2 Wochen jedoch hat jeder nachteilige Einfluss bei Senf wie bei den Getreidearten auch auf die Keimungsenergie aufgehört.

Gibt auch das Gesamtbild nach 3 Wochen nicht ein derartiges Bild wie das der vorangehenden, so mag in dieser Woche vielleicht die Temperatur oder ein sonst unbekannter Faktor an der nicht ganz befriedigenden Übereinstimmung schuld sein.

Nach 4 Wochen sehen wir jedoch wieder, dass jede nachteilige Wirkung des Kalkstickstoffs aufgehört hat.

Aus dem eben geschilderten Versuche lässt sich natürlich noch kein vollständig abschliessendes Urteil bilden. Es ist vielmehr wohl möglich, dass unter anderen äusseren Verhältnissen, namentlich in anderen Bodensorten nicht ganz mit den unsrigen übereinstimmende Ergebnisse erhalten werden. Soweit sich aber ein Schluss ziehen lässt, ist aus unseren Versuchen für die rationelle Anwendung des Kalkstickstoffs die Forderung abzuleiten, dass zwischen Düngung und Aussaat mindestens ein Zeitraum von 14 Tagen liegen muss, da sonst eine giftige Wirkung des Kalkstickstoffs auf die erste Entwicklung der Saat zu befürchten ist.

Diskussion. Herr SALZMANN-Berlin: Der Herr Vorredner ist in seinem Vortrage zu derselben Schlussfolgerung gekommen, zu welcher wir auf Grund der Ergebnisse der bisherigen Versuchsansteller schon seit längerer Zeit gekommen sind. Die von uns herausgegebene Anweisung für die Verwendung schreibt auch schon vor, dass zwischen dem Ausstreuen des Kalkstickstoffs und dem Einbringen der Saat 8—14 Tage Zeit liegen sollen.

Immerhin sind die Ergebnisse über den Nachteil des Kalkstickstoffs auf die Keimungsenergie von grossem Interesse und erheischen eine Erklärung. Zunächst ist zu bemerken, dass die Kalkstickstoffgabe eine sehr grosse war,

wie sie in der landwirtschaftlichen Praxis nicht üblich und auch nicht ökonomisch ist; dazu kommt, dass die angewandte Bodenart, die als ganz nährmittelarmer Sandboden bezeichnet wurde, nicht geeignet ist, das sich rasch entwickelnde Ammoniak zu assimilieren. Als schädigende Momente können zwei in Betracht kommen: einerseits das nicht rasch genug nitrifizierte Ammoniakgas, welches auf die Pflanzen ätzend wirkt, und andererseits vielleicht auch der freie Ätzkalk, der sich in Höhe von ca. 20 Proz. im rohen Kalkstickstoff findet.

Trotzdem wird diese Erfahrung für die landwirtschaftliche Praxis nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein, weil man durch richtige Anwendung des Materials fast immer in der Lage ist, die ev. Nachteile zu vermeiden. Man kann allerdings nicht erwarten, dass die Gesetzmässigkeit in der Anwendung des Kalkstickstoffs, eines bis vor kurzem ganz unbekannten Materials, schon soweit klargestellt ist wie bei dem Chilisalpeter und dem schwefelsauren Ammoniak, doch darf auch dies binnen kurzem erwartet werden.

Herr Lemmermann-Dahme bemerkt zu den Ausführungen des Herrn Vortragenden, dass bei seinen Versuchen eine schädigende Einwirkung des Kalkstickstoffs auf die Keimung von Gerste und Roggen darum nicht zu beobachten war, weil der Kalkstickstoff etwa 8 Tage vor der Aussaat angewendet wurde.

Herr B. Schulze-Breslau erklärt erläuternd, dass die von dem Vortragenden angegebenen Düngermengen reichlich 3 Ztr. Kalkstickstoff pro Morgen entsprechen, und dass der angewendete Boden ein leichterer, sandiger Boden war. Den Schaden der Kopfdüngung bei Senf erklärt er durch die Entwicklung von Ammoniak, das auf die zarten Senfblätter ätzend wirke.

Herr P. Holdefleiss-Halle a. S.: Betreffs der Stickstoffbestimmung im Kalkstickstoff wurden im Laboratorium des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität in Halle a. S. die anfänglichen Schwierigkeiten und Differenzen dadurch behoben, dass zur Verbrennung nach Kjeldahl weniger Substanz verwendet wurde, statt 1 g z. B. 0,5—0,4 g. Zur sicheren Entnahme von Durchnittsproben wurde eine grössere Menge vorher sorgfältig gemischt und davon 3 und mehr Paralleluntersuchungen angesetzt. Die Abweichungen der einzelnen Bestimmungen von einander waren dann gleich Null.

Herr E. Wein-Weihenstephan: Die Keimung wird wohl mehr durch die Witterungseinflüsse als durch die Verschiedenheit des Bodens beeinflusst.

Was die Art des Unterbringens anbelangt, so hat sich das Eineggen als etwas besser erwiesen als das Unterpflügen. Die Kopfdüngung hat nichts geschadet, wahrscheinlich weil sofort nach der Aufbringung anhaltender Regen eingetreten ist.

Wein wünscht eine Diskussion über die Analyse des Düngemittels, weil Differenzen möglich sind wegen des wechselnden Cyangehaltes.

Herr Loges-Pommritz hat Schwierigkeiten bei der N-Bestimmung nicht gehabt; man braucht nicht einmal lange zu kochen nach Kjeldahl. Analysendifferenzen sind auf recht mangelhafte Homogenität des Materials zurückzuführen, man sollte deshalb 10—20 g aufschliessen und einen aliquoten Teil abdestillieren.

Ausserdem sprachen die Herren Krüger-Halle a. S., Gerlach-Posen, Bömer-Münster i. W.

15. Herr W. Krüger-Halle a. S.: **a) Über die Bedeutung der Nitrifikation für die Kulturpflanzen.**

b) Einfluss der Düngung und des Pflanzenwuchses auf die Bodenbeschaffenheit und die Bodenerschöpfung.

Diskussion. Herr PH. SCHNEIDER-Bonn: Die Tatsache, dass durch Salze ein Verschlämmen des Bodens eintritt, zeigte sich bei den Böden des spezifischen Düngungsversuchs des Poppelsdorfer Versuchsfeldes, welche bei Gelegenheit von Salpeterbestimmungen beoachtet wurden, in der Weise, dass Kalk-, Magnesia- und Schwefelsäure-Ammoniakdüngung ein völlig klares Filtrat gaben, während alle anderen Düngungen trübe Filtrate zeigten. Am meisten trübe waren Filtrate von ungedüngtem Boden.

Herr A. LEHMANN-Bangalore in Indien fragt, ob der Kalkgehalt des Bodens bestimmt ist, und meint, ob vielleicht nicht der Kalkgehalt des Bodens genügt hat, das klare Filtrat bei dem mit Salpeter gedüngten, aber nicht bepflanzten Boden zu bewirken.

Herr KELLNER-Möckern macht aufmerksam auf die Absorptionserscheinungen, durch welche Trennungen von Säure und Base im Boden bewirkt werden. Kali wird absorbiert, daher erklärt es sich, dass Kalisalze sich anders verhalten wie Natronsalze.

Herr THIELE-Breslau: Mit dem Boden des Versuchsfeldes in Rosenthal wurden in Intervallen von 14 Tagen Stickstoffversuche angestellt, um eine eventuelle Stickstoffzunahme nachzuweisen. Obgleich die Probe unter allen Kautelen entnommen wurde, liess sich keine einheitliche Kurve darstellen, sondern es ergab sich eine Zickzacklinie, die deutlich darlegte, dass die Stickstoffbestimmungen augenblicklich nicht einen Aufschluss darüber geben können, ob durch die Brache tatsächlich eine N-Zunahme des Bodens stattfindet.

Herr MITSCHERLICH-Kiel: Ich möchte mich den Ausführungen von Herrn THIELE durchaus anschliessen. Ich habe soeben zwei längere Versuchsreihen über den Fehler der Probeentnahme derart angestellt, dass ich von 1 ha in der Mitte jedes Ars eine Probe entnahm, so dass die Proben je in einem Abstande von 10 m im Vierecksverbande entnommen wurden. Die Proben wurden an jeder Stelle durch 4 maliges Einstossen des Bohrstockes bis zu 25 cm Tiefe aufs sorgfältigste entnommen. Es zeigte sich, dass der wahrscheinliche Fehler der Probeentnahme ca. 12 Proz. der gemessenen Grösse betrug, d. h. dass eine Schwankung von über 24 Proz. in hundert Probeentnahmen 50 mal vorkommen muss. Das erklärt m. E. zur Genüge die grossen Widersprüche, resp. Schwankungen in physikalischen Bodenuntersuchungen wie auch bei unseren Vegetationsversuchen.

Herr P. HOLDEFLEISS-Halle a. S. weist darauf hin, dass eine Lösung von 1 g Humus in Natronlauge sicht nicht absetzt und auch nicht filtriert; dies ist gut möglich nach Ansäuern, z. B. mit Salzsäure.

Ausserdem sprachen die Herren v. SOXHLET-München, GERLACH-Posen und der Vortragende.

---

4. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr A. EMMERLING-Kiel.

Zahl der Teilnehmer: 39.

16. Herr K. VON RÜMKER-Breslau: **Korrelative Veränderungen bei der Züchtung des Roggens nach Kornfarbe.**

Die Untersuchungen von H. DE VRIES, E. TSCHERMAK, SCHRIBAUX, W. RIMPAU, C. FRUWIRTH, M. FISCHER, GEERKENS, F. v. LOCHOW, F. HEINE, N. WESTERMEIER u. a. machen es wahrscheinlich, dass die Farbe der Früchte

und Samen mit wichtigen anderen Merkmalen und Eigenschaften der Pflanzen in Korrelation stehen.

Die neuere, von H. DE VRIES, CORRENS, TSCHERMAK, SAUNDERS, BATESON u. a. eingeschlagene Forschungsrichtung der Zerlegung der Merkmale in ihre hauptsächlichsten Komponenten und die Wiederbelebung der Lehre MENDELS ist ein bedeutsamer Fortschritt für die ganze Vererbungs- und Variabilitätslehre und für die praktische Pflanzenzüchtung.

Durch sie ist zu hoffen, dass die Frage der korrelativen Variation mit der Zeit klargestellt werden und dadurch der Boden für eine zielbewusste erfolgreiche Pflanzenzüchtung gefestigt werden wird.

So lange dieses Gebiet nicht gründlicher aufgeklärt ist als bisher, muss alle pflanzenzüchterisch praktische Arbeit mehr oder weniger im dunkeln herumtasten und in ihren Erfolgen in hohem Masse dem Zufall preisgegeben sein.

Daher tut der praktische Züchter z. Z. besser, die erstrebte Leistung selbst der Auslese zugrunde zu legen und sich um äussere Merkmale vorläufig nicht mehr zu kümmern, als wirkliches Wissen es angebracht erscheinen lässt.

Die wissenschaftliche Forschung auf diesem Gebiete sollte daneben aber hochgradig einseitige Zucht nach einzelnen Merkmalen treiben, um dann nach einer Reihe von Jahren festzustellen, was sich durch eine solche einseitige Zuchtrichtung im übrigen an der betr. Form morphologisch und physiologisch verändert hat.

Diesem Gedanken folgend, hat Ref. 1900 die Zucht von Winterroggen und 1902 von Sommerroggen nach Kornfarbe begonnen.

Ref. beschreibt sodann seine Methode der Auslese, des Anbaues der Eliten und der Vermehrung des gewonnenen Materials und demonstriert die bisher erzielten Ergebnisse an einigen Zahlen über die Vererbung der verschiedenen Kornfarben (grün, gelb, blau, braun) und an Musterproben, die er der Versammlung zeigt.

Die Vererbung wird nicht nur bei der einzelnen Pflanze, sondern auch im Durchschnitt jeder Familie jährlich verfolgt, wobei sich zeigt, dass bei manchen Stämmen die Eliten zwar von Jahr zu Jahr hochprozentiger in der Farbenvererbung werden, obgleich der Familiendurchschnitt von Jahr zu Jahr langsam in dieser Beziehung sinkt, während bei anderen Stämmen die Vererbung der Farbe auch im Familiendurchschnitt allmählich steigt.

Die Durchschnittsleistung der Nachkommenschaft der Eliten bleibt in der Regel um ca. $^1/_3$ hinter der Leistung der Elitemütter selbst zurück.

Zum Schluss führt Ref. die korrelativen Abänderungen an, welche bisher beobachtet wurden; da aber die Zeit von 4 Jahren zu kurz ist, um hierüber schon volle Klarheit zu schaffen, und wegen dieser Kürze der Zeit auch noch keine gründliche Vergleichung der Neuzüchtungen mit dem Ausgangsmaterial stattgefunden hat, bittet Ref. diese Darstellung nur als „vorläufige Mitteilung" zu betrachten, der s. Z., wenn die erstrebten Ziele erreicht sein werden, eine ausführliche Veröffentlichung mit vollen Zahlenbelegen folgen wird.

(Ein ausführliches Referat dieses Vortrages wird im Jahrbuche für Tier- und Pflanzenzüchtung zum Abdruck gelangen.)

Diskussion. Herr P. HOLDEFLEISS-Halle a. S. weist auf seine Versuche über denselben Gegenstand hin, die er seit 1897 am Landwirtschaftlichen Institut der Universität Halle angestellt hat. Das Ziel dabei war nicht nur die Lösung von Vererbungsfragen, sondern auch die Untersuchung der Ertragsfähigkeit, auf die Fläche berechnet. Es stellten sich hier auf gutem Gartenboden die Erträge von den gelben Körnern durchgehends höher heraus

als die von den grünen, im Jahre 1903 28,8 Proz. Mehrertrag, in anderen Jahren noch beträchtlich mehr.

17. Herr H. NEUBAUER-Breslau: **Die Mikrophotographie, ein Hilfsmittel bei der mikroskopischen Untersuchung von Futter- und Nahrungsmitteln.**

Die Photographie ist bisher zur Darstellung mikroskopischer Objekte nur in beschränktem Umfange herangezogen worden. Namentlich fehlt es noch fast ganz an Mikrophotographien auf dem Gebiete der Nahrungs- und Futtermitteluntersuchung. Meine Ausführungen sollen nun den Zweck haben zu zeigen, dass die Mikrophotographie auch hier als gutes Hilfsmittel volle Berücksichtigung verdient.

Um eine Probe von der Leistungsfähigkeit der Mikrophotographie zu geben, habe ich die Flächenansichten der für die Futter- und Nahrungsmitteluntersuchung wichtigsten Gramineenspelzen in ca. 20 Photographien ausgestellt. Zur Herstellung der Bilder wurden die Spelzen nach dem HEBEBRAND-schen Verfahren gebleicht und ohne künstliche Färbung zunächst bei 220facher Linearvergrösserung photographiert. Die erhaltenen Bilder wurden nochmals um fast das 6fache vergrössert, so dass sie eine 1200fache Linearvergrösserung der mikroskopischen Objekte darstellen. Die Bilder sind frei von jeglicher Retusche.

Die Aufnahmen wurden ausgeführt mittelst des mikrophotographischen Apparates von Leitz, Wetzlar, dessen billiger Preis (ca. 145 Mark) die Beschäftigung mit der Mikrophotographie jedem ermöglicht.

Trotz der einfachen Hilfsmittel zeigen die Spelzenbilder selbst bei der starken Vergrösserung keine störenden Unschärfen, und dabei gehört die Darstellung der Spelzenepidermis ohne Frage zu den schwierigsten Aufgaben, die von der Photographie auf dem hier in Rede stehenden Gebiet überhaupt verlangt werden können. Allerdings ist das Aussuchen des zur Aufnahme geeignetsten Gesichtsfeldes eine oft mühevolle Arbeit, die sich aber dadurch belohnt, dass man dabei das Objekt in allen Einzelheiten genau kennen lernt. Will man Nutzen von der Photographie haben und gute Bilder erzielen, so muss man auch die eigentliche photographische Arbeit selbst ausführen, die im Vergleich zum Auswählen eines guten Präparates nur eine kleine Mühe ist.

Welche Vorteile bietet nun die Photographie vor der Zeichnung? Die gezeichneten Bilder stellen nur das deutlich und charakteristisch dar, was der Zeichner für wichtig gehalten hat. Daher kommt es, dass eine Zeichnung viel von ihrem Wert einbüssen, ja direkt fehlerhaft erscheinen kann, wenn neue charakteristische Eigentümlichkeiten inzwischen gefunden worden sind. Dieser Fall ist schon mehrfach eingetreten (Entdeckung der Pilzschicht in Loliumfrüchten und der feineren Unterschiede im Bau der Brassicasamenschalen). Die Photographie muss dagegen die neu entdeckten Einzelheiten mit derselben Treue wiedergeben wie die längst bekannten.

Die Photographie kann endlich auch als wirkliches Studienobjekt an Stelle oder wenigstens zur Ergänzung des Bildes im Mikroskop dienen, da sich die Einzelheiten besser übersehen und leichter vergleichen lassen als bei der gezwungenen direkten Beobachtung. Auch an den Spelzen haben sich mit Hilfe der Photographien verschiedene neue wertvolle Unterscheidungsmerkmale auffinden lassen.

Es wäre deshalb wünschenswert, dass uns bald für die mikroskopische Futter- und Nahrungsmitteluntersuchung photographische Abbildungen zur Verfügung gestellt würden.

Diskussion. Herr BEIN-Berlin: Ich kann aus eigener Erfahrung auf

dem Gebiete der Nahrungsmittel-Untersuchung die Angaben, bezw. Erfahrungen des Herrn Vortragenden nur bestätigen und wünschen, dass sich auch die landw. Versuchsstationen an der Erweiterung unserer Kenntnisse über die Nahrungs- und Genussmittel mit Zuhilfenahme der Mikrophotographie lebhaft beteiligen möchten. Es ist oft sehr erwünscht, zweifelnden Gegengutachtern ein objektiveres Bild, als es die Zeichnung ist, entgegenhalten zu können.

Bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen haben in meinem Berliner Laboratorium mikrophotographische Aufnahmen mikroskopischer Bilder in geeigneten Fällen auch schon öfter gute Dienste geleistet.

Ich kann daher die Anregung des Herrn Vortragenden nur befürworten.

Herr Emmerling-Kiel fragt, ob man nicht vielleicht durch das Studium der photographischen Aufnahmen und der aus denselben zu entnehmenden neuen Merkmale dahin gelangen könnte, die letzteren auch direkt mit einer Sicherheit zu erkennen, welche die fernere photographische Aufnahme entbehrlich macht. In diesem Falle dürften wir aus dem photographischen Verfahren eine bedeutende Förderung der mikroskopischen Untersuchungsmethoden der Futtermittel erwarten. E. fragt ferner an, ob Aussichten vorhanden seien, dass auch die photographischen Aufnahmen der Flächenschnitte der Coniferen solche Merkmale zutage fördern werden, durch welche die Unterscheidung aus den Flächenschnitten allein ermöglicht und die so schwierige Herstellung der Schalenquerschnitte erspart werden könnte.

18. Herr A. Einecke-Breslau: **Beobachtungen über die Wirkung der Alkalien auf die Entwicklung der Pflanzen.**

Die Salze der Alkalien und Erdalkalien gehören mit zu denjenigen Stoffen, die vom Boden absorbiert werden.

Als Träger der Absorption der Alkalien werden in erster Linie gewisse Doppelverbindungen angesehen, die wir nach dem Vorgange von Mulder als Zeolithe bezeichnen wollen. Zeolithe sind also wasserhaltige Doppelsalze aus kieselsaurer Tonerde und dieser oder jener Base.

Ein erhöhtes Interesse beanspruchen die Zeolithe durch ihre Eigenschaft, die von ihnen gebundenen Basen austauschen zu können. Wie wir uns den Basenaustausch zu denken haben, lässt sich am einfachsten durch ein Beispiel erklären. Angenommen, wir hätten eine Bodenprobe, welche einen Kalizeolith enthielte, und liessen auf diese eine Chlorcalciumlösung einwirken, so würde das Calcium in den Zeolith eintreten und eine äquivalente Menge Kalium ausscheiden. Die gleiche Wirkung lässt sich bei allen anderen Basen ausführen. Auch sind die umgekehrten Reaktionen selbstverständlich ausführbar.

Th. Pfeiffer und mich interessierte das Gesetz vom Basenaustausch insofern, als wir einmal untersuchen wollten: ob die Zeolithe eine Kali- und Ammoniakdüngung über die Dauer einer Vegetationsperiode hinaus festlegen können, und wie sich die Entwicklung der Pflanzen gestaltet, wenn neben Kali auch mit Natron gedüngt wird.

Da wir durch die liebenswürdige Vermittelung von Dr. A. Rümpler grössere Mengen eines künstlich aus Zement und Kieselgur hergestellten Zeoliths erhielten, so war es uns möglich, in den Jahren 1903 und 1904 umfangreichere Vegetationsversuche anzustellen.

Aus den bisher gewonnenen Resultaten unserer zweijährigen Versuche lässt sich ersehen, dass besonders der Calciumzeolith festlegend auf eine

Kalidüngung einwirkt. Die Kali- und Natronzeolithe werden von den Pflanzen anscheinend leichter zersetzt. Ebenso wird eine Stickstoffdüngung in Form von schwefelsaurem Ammoniak vom Calciumzeolith über die Dauer einer Vegetationsperiode hinaus festgehalten. Es traten bei unseren Versuchen kleine Verluste durch Verdunstung des Ammoniaks ein, gleichgültig, ob die Töpfe mit oder ohne Zeolith beschickt waren. Bezeichnen wir das im Zeolith festgelegte Ammoniak auch als Verlust, so sind diese Verluste erheblich grösser als die, welche durch die Verdunstung entstanden sind.

Eine Kochsalzdüngung bewirkte stets eine üppigere Entwicklung der betreffenden Pflanzen. Den höchsten Ertrag lieferte dagegen eine gemischte Düngung von Kochsalz und Chlorkalium in kleinen Gaben. Bei steigenden Gaben verwischte sich der günstige Einfluss der gemischten Düngung mehr und mehr.

Ebenso wie in den Untersuchungsergebnissen von Doll, Gerlach, Wagner und Wilfarth sind auch in den unsrigen Andeutungen für die Annahme vorhanden, dass das Kali bei der Reife aus dem Stroh in die Körner geschoben wird. Es ist ferner wahrscheinlich, dass das Kali bis auf ein Minimum durch Natrium vertreten werden kann, ähnlich wie uns dies vom Eiweiss in der Tierernährungslehre bekannt ist. — Etwas Positives lässt sich leider hierüber noch nicht sagen. Unsere Versuche sollen im Frühjahr fortgesetzt werden.

19. Herr Th. Pfeiffer-Breslau: **Einfluss des Asparagins auf die Milchproduktion.**

Die Frage, welchen Einfluss ein teilweiser Ersatz des Eiweisses in einer Futterration durch Asparagin auf die Milchproduktion auszuüben vermag, ist von Weiske und seinen Mitarbeitern, sowie von Schrodt gleichmässig dahin beantwortet worden, dass eine nennenswerte Wirkung hierbei in keiner Richtung zu verzeichnen sei. Es wurde aber bereits von verschiedenen Seiten darauf hingewiesen, dass die betreffenden Versuchsergebnisse nicht eindeutig seien. Aus diesem Grunde habe ich mich in Verbindung mit meinen Mitarbeitern, Dr. Einecke und Dr. Schneider, zur Wiederaufnahme hierhergehöriger Untersuchungen entschlossen.

Wir gingen im ersten Versuchsjahre von einem Grundfutter aus, das pro 1000 kg Lebendgewicht an verdaulichen Nährstoffen 4,73 kg stickstoffhaltige, 0,88 kg Fett und 26,42 kg stickstoffreie enthielt, Nährstoffverhältnis 1 : 6,0. Unsere Versuchstiere, 3 Ziegen, beanspruchen infolge ihrer verhältnismässig grossen Körperoberfläche bedeutende Nährstoffmengen zur Erhaltung ihres Körperbestandes, und wenn man weiter die hohe Milchproduktion berücksichtigt, so schwindet jedes etwaige Bedenken betreffs der Höhe der Futtergabe. In der zweiten Periode wurden 60 g Aleuronat, ein ziemlich reines Eiweisspräparat, durch eine kalorische gleichwertige Mischung von 45 g Asparagin und 39 g Rohrzucker ersetzt. Wir kehrten schliesslich in der dritten Periode zum ursprünglichen Grundfutter zurück, um den Einfluss des Laktationsstadiums in Anschlag bringen zu können. Die einzelnen Perioden umfassten 20 bis 35 Tage, von denen je eine Woche als Übergangszeit bei der Berechnung der Mittelzahlen ausgeschaltet wurde. Die Bestimmungen der Milchmenge, des Fett-, Stickstoff- und Trockensubstanz-Gehaltes der Milch erfolgten täglich, während die nähere Untersuchung des Milchfettes (Jodzahl u. s. w.) auf die Schlusstage jeder Periode beschränkt wurde.

Folgende Durchschnittszahlen bringen den schädlichen Einfluss des

Asparagins auf die prozentische Zusammensetzung der Milch, namentlich auf deren Fettgehalt deutlich zum Ausdruck:

	Fett, Proz.				Rohprotein (N×6,25), Proz.				Trockensubstanz, Proz.			
	I.	II.	III.	Mittel	I.	II.	III.	Mittel	I.	II.	III.	Mittel
I. Grundfutter	3,37	2,93	3,06	3,12	2,93	3,41	2,81	3,05	11,23	12,36	11,39	11,66
II. Asparagin	2,97	2,80	2,65	2,81	2,83	3,23	2,75	2,94	10,71	11,80	10,71	11,07
III. Grundfutt.	3,30	3,32	2,80	3,14	3,28	3,44	2,91	3,21	11,35	12,25	10,85	11,48

Da die sonstigen Ergebnisse, die übrigens eine Bestätigung durch die zweite Versuchsreihe gefunden haben, bei den drei Versuchstieren ziemlich bedeutend schwanken, so will ich auf eine Mitteilung der gewonnenen Zahlen an dieser Stelle verzichten.

Es sei nur zusammenfassend kurz erwähnt, dass das Asparagin keine wesentliche Verminderung der Milchmenge, bei einer Ziege sogar eine erhebliche Steigerung bewirkt hat, dass dagegen bezüglich der Fettmenge ein Verlust, der sich im Mittel auf 5,6 g belief, zu verzeichnen war, und dass die Körpergewichtszunahme während der Asparaginfütterung eine auffallend niedrige gewesen ist. Eine Änderung der Kötsd(«Köttstorfer»)erschen, der Reichert-Meisslschen und der Jodzahl für das Milchfett war nicht feststellbar.

Die zweite Versuchsreihe, die völlig einwandfrei verlaufen ist, erstreckte sich auf vier Perioden von je 20tägiger Dauer. Drei frischmelkende Ziegen erhielten, weil sie weniger Milch als im Vorjahre lieferten, eine entsprechend knappere Futterration, deren Nährstoffverhältnis aber ein etwas engeres war. Der Ersatz des Aleuronats in der zweiten Periode erfolgte genau wie im Vorjahre (Bezeichnung: minus Eiweiss, plus Asparagin). Dann wurde im nächsten Versuchsabschnitte auch die Asparagin-Zucker-Mischung in Abzug gebracht (Bezeichnung: minus Eiweiss), und schliesslich kehrten wir wieder zum ursprünglichen Grundfutter zurück.

Der Einfluss des Asparagins auf die prozentische Zusammensetzung der Milch machte sich in der angegebenen Weise geltend, wurde allerdings nach Einschaltung der dritten Periode etwas verwischt.

Nach Anbringung der üblichen Korrekturen für den Einfluss der fortschreitenden Laktation wird die Wirkung der vorgenommenen Futterveränderungen durch folgende Zahlen veranschaulicht:

Periode	Milchmenge g				Fett g			
	I.	II.	III.	Sa.	I.	II.	III.	Sa.
II. Minus Eiweis, plus Asparagin + Zucker . .	— 5	— 50	+ 36	— 19	— 4,8	— 4,8	— 3,2	— 12,8
III. Minus Eiweiss	— 135	— 178	— 184	— 497	+ 0,4	— 0,6	— 3,3	— 3,5

Periode	Rohprotein g				Trockensubstanz g			
	I.	II.	III.	Sa.	I.	II.	III.	Sa.
II. Minus Eiweiss, plus Asparagin + Zucker . .	— 1,2	— 2,4	— 1,4	— 5,0	— 8,5	— 13,3	— 5,2	— 27,0
III. Minus Eiweiss	— 7,9	— 6,9	— 8,5	— 23,3	— 13,5	— 19,0	— 22,2	— 54,7

Die Milchmenge hat somit durch die Beschränkung der Nahrungszufuhr in Periode III eine erhebliche Verminderung erfahren, und da eine solche in Periode II kaum eingetreten ist, so würde man die Asparagin-Zucker-Mischung von diesem Gesichtspunkte aus als gleichwertig mit der entsprechenden Aleuronatmenge anzusprechen haben. Da jedoch in anderer Hinsicht die schädliche Wirkung des Eiweissersatzes durch Asparagin sich wieder sehr deutlich bemerkbar macht, so wäre auch ein stärkeres Sinken der Milchmenge zu erwarten gewesen, und wenn dies tatsächlich nicht eingetreten ist, so muss angenommen werden, dass das Asparagin einen Reiz auf die Milchdrüse ausübt und hierdurch einem schroffen Absinken der Milchmenge vorbeugt. Noch schärfer prägt sich dies Verhalten der Tiere in den nicht korrigierten wöchentlichen Mittelzahlen aus, deren Mitteilung aber einer späteren ausführlichen Veröffentlichung vorbehalten bleiben muss.

Ebenso ist die Fettmenge sehr ähnlich wie im Vorjahre durch die Asparaginfütterung beeinflusst worden. Im Mittel sämtlicher sechs Versuche beträgt die Fettverminderung 4,1 g, welcher Zahl der wahrscheinliche Fehler ± 0,69 anhaftet, so dass die schädliche Wirkung genügend sichergestellt ist. Der vollständige Entzug des Aleuronats in Periode III hat dagegen nur bei einer Ziege eine nennenswerte Einbusse der Fettmenge verursacht, und die Streichung des Asparagins als Nährstoff genügt daher keineswegs zur Erklärung der angeführten Tatsache; ich glaube vielmehr annehmen zu müssen, dass das Asparagin direkt in ganz spezifischer Weise deprimierend auf die Fettabsonderung in der Milchdrüse wirkt.

Die Eiweissmenge (Rohprotein) wird umgekehrt erst in der dritten Periode bei gänzlichem Fortfall des Aleuronats bedeutend herabgedrückt, während das Asparagin wieder, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der ersten Versuchsreihe, diesen Milchbestandteil nicht nennenswert beeinflusst hat. Ob es sich hierbei um eine eiweissersparende Wirkung des Asparagins, ähnlich wie beim Erhaltungsfutter, handelt, muss unentschieden bleiben.

Sofern die auf das Asparagin entfallende Energiemenge als nutzlos zu bezeichnen ist, musste bereits in der zweiten Periode eine entsprechende Verminderung der Milchtrockensubstanz eintreten, die dann nur noch in der nächsten Periode ein weiteres Sinken in der Höhe der vom Zucker gelieferten Energiemenge erleiden durfte. Beides ist erfolgt, und zwar durchschnittlich fast genau in dem Verhältnisse, in welchem die kalorischen Werte der verwendeten Asparagin- und Zucker-Mengen zu einander stehen. Diese überraschende Übereinstimmung dürfte jedoch bei den komplizierten Vorgängen, um die es sich offenbar handelt, eine mehr zufällige sein. Die Hauptsache bleibt, dass das Asparagin sich nach dieser Richtung als minderwertig erwiesen hat.

Die Lebendgewichtsveränderungen, die aber unter sehr erheblichen Tagesschwankungen zu leiden hatten, stellten sich wie folgt:

Periode	Ziege			
	I.	II.	III.	Sa.
I. Grundfutter	+ 0,70	— 0,42	+ 0,10	+ 0,38
II. Minus Eiweiss, plus Asparagin + Zucker	+ 0,55	+ 1,15	+ 0,67	+ 2,37
III. Minus Eiweiss	+ 2,57	+ 2,57	+ 2,56	+ 7,70
IV. Grundfutter	— 1,54	— 0,94	— 0,28	— 2,76

Die ausserordentlich hohe Körpergewichtszunahme, die abermals in der auf die Asparaginfütterung folgenden Periode eingetreten ist, trotzdem hier ein Futterentzug Platz gegriffen hatte, muss als sehr bemerkenswert bezeichnet werden, aber ebenso auffallend ist die nach Rückkehr zum Grundfutter einsetzende Gewichtsabnahme der Tiere. Es müssen hierbei offenbar bedeutende Verschiebungen im Wassergehalt des Tierkörpers im Spiele sein, worüber jedoch nur vollständige Stoffwechselgleichungen sicheren Aufschluss zu geben vermögen. Die gewonnenen Ergebnisse sprechen aber auch dafür, dass die Annahme, man könne einen Teil des Eiweisses vollwertig durch Asparagin ersetzen, unrichtig ist.

Die Erfahrungen der landwirtschaftlichen Praxis, dass viele besonders amidreiche Futtermittel sich bei der Milchviehhaltung ausgezeichnet bewähren, findet durch die z. B. von G. Kühn für Grünklee festgestellte Tatsache ihre Erklärung, dass hierbei übermässig grosse Nährstoffmengen zur Verfütterung gelangen. Unter derartigen Umständen kann der schädliche Einfluss der Amide sehr wohl verdeckt werden, ja es kann sogar umgekehrt die „Reizwirkung" dieser Stoffe im günstigen Sinne zur Geltung kommen. Über die Reizwirkung des Asparagins liegen bereits verschiedene Andeutungen (nervöses Herzklopfen, Diurese, vermehrte Glykogenbildung in der Leber) vor, die auch zur Erklärung der vorliegenden Ergebnisse herangezogen werden können.

Diskussion. Herr P. Holdefleiss-Halle a. S. spricht die Vermutung aus, dass die Reizwirkung des Asparagins in Erhöhung der Wasserausscheidung durch Nieren und Milchdrüse besteht. Diese höhere Wasserverarbeitung verursacht eine höhere Arbeitsleistung, damit also einen höheren Fettverbrauch. Dass Eiweiss und Trockensubstanz sich in Pfeiffers Versuchen II und III umgekehrt verhielten, beruht darauf, dass die Milch in Bezug auf die Stoffe ausser Fett sehr konstant ist, dass also das Fett fast allein veränderlich ist.

Betreffs der auffallenden Gewichtsveränderung in den Pfeifferschen Versuchen fragt H. an, ob die täglich aufgenommene Wassermenge bestimmt wurde, da vielleicht dadurch das Verhalten des Körpergewichts zu erklären ist.

20. Herr B. Schulze-Breslau: **Studien über die Stoffwandlungen in den Blättern von Acer Negundo L.**

Die Blätter unserer sommergrünen Bäume haben sowohl in physiologischer Hinsicht, wie auch land- und forstwirtschaftlich Anspruch auf unser Interesse. Das periodische Kommen und Verschwinden der Belaubung legt der physiologischen Forschung die Frage vor, in wie weit die jungen Blätter in ihren Bestandteilen jungen Pflanzen ähnlich sind, wie sie ihre Funktionen der Assimilation und Stoffbildung erfüllen, und welche Umstände ihre Ablösung vom Stamm begleiten. Land- und forstwirtschaftlich hat das Laub der Bäume Bedeutung, weil es als Futter- und Streumaterial verwendet werden kann, und weil die Frage von Wichtigkeit ist, in wie weit durch Entführung des Laubes der Bestand der Wälder gefährdet ist. Die Physiologen haben die Laubblätter bisher hauptsächlich dazu benutzt, um an ihnen den Verlauf der Bildung und Wandlung der Stärke unter dem Einflusse von Licht und Wärme zu studieren (Sachs, Boussingault, A. Meyer, Girard u. a.). Bayer und Curtius und Reinke benutzten die Laubblätter zum Nachweis, dass das erste Assimilationsprodukt des Kohlenstoffs ein Aldehyd sei. Systematische Untersuchungen über die Blätter vom Beginn ihrer Entwicklung bis zum Herbste haben u. A. Zoeller, Rissmüller und Dulk, und zwar erstere an

einem und demselben Baum (Buche), durchgeführt. ZOELLER verfolgte nur die Mineralbestandteile, RISSMÜLLER ausser diesen auch die organischen Stoffgruppen. Aus diesen letzteren Arbeiten wurde u. a. auch der Schluss gezogen, dass die wertvollsten Stoffe aus dem Blatt in den Baum zurückgezogen werden, ehe jenes abgestossen wird.

Um einen tieferen Einblick in das Blattleben am Baum mit Hilfe möglichst weitgehender Zerlegung der organischen Stoffe zu gewinnen, wurden folgende Arbeiten ausgeführt: Blätter von Acer Negundo, einer Baumart mit ziemlich zuckerreichen Blättern, wurden im Mai, Juni, Juli, August, Anfang und Ende September (Zeit des Blattfalls) gepflückt. Das Pflücken geschah an jedem Versuchstage morgens und abends, um event. die Gewichtszunahme im Lauf des Tages und die diese bewirkenden Stoffe ermitteln zu können. Die stets annähernd gleich grossen Blätter hatten eine Blattoberfläche von ca. 20 qcm. 200 Blätter wurden sofort abgezählt und bei 80—90 ^{0} C. bis zur Gewichtskonstanz getrocknet; der Rest der Blätter wurde durch Erhitzen getötet und für die Analyse getrocknet.

Über die Ergebnisse wird Folgendes vorläufig mitgeteilt:

Die Gewichte der 200 Blätter waren abends stets höher als morgens bis auf die letzte Probenahme zur Zeit des Blattfalls, wo sich Gewichtsgleichheit fand. Die Gewichtsdifferenz stieg bis 16,2 g, doch konnte nicht beobachtet werden, dass das Mehrgewicht einem einzelnen Bestandteile, z. B. der Stärke, besonders zukam.

Der Wassergehalt der Maiblätter war der höchste, der der Septemberblätter der niedrigste. Die stickstoffhaltigen Bestandteile (Rohprotein der Futtermittelanalyse) betrugen im Mai 27—28 Proz., später 25—23 Proz., zur Zeit des Blattfalls 13 Proz. der Blatt-Trockensubstanz. Der Eiweißstickstoff bleibt bis August fast konstant und sinkt im September schliesslich auf die Hälfte herab. Der Stickstoff in Form von Nuklein ändert sich prozentual nur wenig, daher macht diese Form im Mai nur 13, Ende September aber 30 Proz. des Eiweißstickstoffs aus. Von sonstigen stickstoffhaltigen Bestandteilen sind die Amidosäuren am stärksten vertreten, deren Menge im Mai 0,8—0,9, dann sinkend im September noch 0,6 Proz. der Blatt-Trockensubstanz ausmacht. Säure-Amidstickstoff war nur in den jüngsten Blättern in geringer Menge vorhanden (0,04 Proz.). In etwas grösserer Menge zeigte sich durchweg Stickstoff als Ammoniak, und zwar ziemlich gleichmässig 0,06—0,08 Proz. der Blatt-Trockensubstanz.

Von Kohlehydraten wurden Glykose, nicht reduzierender Zucker als Invertzucker, Stärke und Pentosane bestimmt. Bedeutend schwankt die Glykose, wovon im Mai 8—9 Proz., im Juni 3—4, im Juli knapp 2 Proz. und später bis Ende September 2—3 Proz. vorhanden sind. Nicht reduzierender Zucker wurde im Mai gar nicht, später in steigenden Mengen bis zur Höchstmenge von 0,3 Proz. in den fallenden Blättern gefunden. Ohne bestimmte Richtung zeigt sich ein sehr wechselnder Gehalt an Stärke, deren Menge zwischen 5—10 Proz. schwankte. Ende September waren noch 7,5 Proz. Stärke in der Blatt-Trockensubstanz. Der Pentosangehalt war durchweg ausserordentlich gleichmässig, nämlich 9,6—10,4 Proz. in der Trockensubstanz.

Der Gehalt der trockenen Blätter an Fett stieg im Verlaufe des Sommers von 5 Proz. auf gegen 11 Proz., der Rohfasergehalt von 9,5 auf 12—18 Proz., der Aschengehalt von 7,5 Proz. auf 13,3 Proz., Verhältnisse, die mit früher gemachten Beobachtungen übereinstimmen.

Unter den mannigfaltigen Schlüssen, die aus diesen Untersuchungen hervorgehen, seien folgende hervorgehoben:

1) Es ist nicht richtig, wenn die Gewichtszunahme, die die Blätter unter dem Einflusse des Lichts erfahren, lediglich als „Stärke“ angesprochen wird. Blätter, die bei Belichtung eine starke Kohlenstoff-Assimilation haben betreiben können, sind nicht oder nicht immer einseitig an Stärke reicher geworden. Ausser den Kohlehydraten sind auch andere kohlenstoffhaltige Stoffe vermehrt, in erster Linie auch die Proteine. Es sind also an der Gewichtsvermehrung ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff noch andere Elemente beteiligt, die dem Blatt auf anderen Wegen zufliessen.

2) Die Lehre von der herbstlichen Evakuation der Blätter scheint revisionsbedürftig. Sie stützt sich auf die Arbeiten von ZOELLER und RISSMÜLLER, die in Buchenblättern im November eine Verarmung an Phosphorsäure, Kali u. s. w. fanden; diese Verarmung trat in verschiedenen Jahren in ungleichem Grade auf. Die Darstellung der herbstlichen Entleerung der Blätter ist mit der Bedeutung eines Hauptmoments bei dem Blattfall mit Unrecht umkleidet. Die Vorgänge stellen sich vielmehr folgendermassen dar: Das Blatt kann noch bis zuletzt Kohlenstoff assimilieren, doch erlahmt allmählich die Kraft, das komplizierte Eiweissmolekül aufzubauen. Daher verarmt das Blatt schliesslich besonders an leichter löslichen Eiweißstoffen. Nebenher geht eine Verdickung und Verkalkung der Gewebe, Fettansammlung infolge erschwerter Oxydationsvorgänge, deutliche Merkmale seniler Erschlaffung. Hat dieser Zustand eine gewisse Höhe erreicht, so wird das Blatt als überflüssiges Glied des gesamten Organismus abgestossen. Diese Darstellung des Vorgangs erklärt die Erscheinung des Blattfalls, eine Evakuation braucht durchaus nicht angenommen zu werden und ist auch vielleicht gar nicht in dem Sinne, wie angenommen wurde, vorhanden. Die anscheinende Entleerung lässt sich zum Teil durch mindere Stoffzufuhr zu den Blättern erklären.

Diskussion. Herr KLIEN-Königsberg i. Pr. macht darauf aufmerksam, dass Prof. SCHRÖDER in Tharandt eingehende Untersuchungen über die Wanderung der Nährstoffe in den Blättern zu verschiedenen Jahreszeiten gemacht und in den Forstlichen Jahrbüchern veröffentlicht hat.

21. Herr R. THIELE-Breslau: **Der Einfluss der Witterung auf die Bodenorganismen.**

Wenngleich wir einzelne Lebenstätigkeiten des Bodens, wie die Nitrifikation, Denitrifikation, Fäulnis und Sammlung des elementaren Stickstoffs der Leguminosen mit Hilfe gewisser Bakterien, kennen, so ist uns doch die Aufeinanderfolge der einzelnen Prozesse ein ebenso grosses Rätsel, wie die neuerdings aufgestellte Hypothese der Stickstoffanreicherung des Bodens durch Bakterien. Der Azotobakter-Beijerink sammelt zwar unter ausnahmsweise günstigen Bedingungen im Laboratorium den Stickstoff, doch konnte durch den Ref. eine solche Tätigkeit nur in geringem Masse konstatiert werden, und zwar betrug die grösste Menge nach Berechnung des wahrscheinlichen Fehlers pro l Nährlösung in 125 Tagen nur 49,4022 mg. Die Optimaltemperatur schwankte zwischen 25—30^0. Die gewonnenen Ergebnisse liessen erwarten, dass der Organismus auch im Boden Stickstoff sammelt, doch unterscheiden sich derartige Versuche nicht unwesentlich von denen, die wir mit künstlichen Substraten anstellen. Es ergeben sich hieraus folgende Fragen: Bei welchem Stickstoffvorrat im Boden begibt sich der Azotobakter seiner Fähigkeit, den Stickstoff der Luft zu verarbeiten? weiterhin: Woher erhält er im Boden die grossen Zuckermengen? schliesslich: Ist in den Bodenschichten eine Temperatur von 25—30^0 in kontinuierlicher Folge eine längere Reihe von Tagen vorhanden? Über

die erste Frage gibt uns die gesamte Azotobakter-Literatur keinen Aufschluss, die vom Ref. angestellten Untersuchungen lassen einen endgültigen Schluss nicht zu, daher muss die Beantwortung vorläufig offen bleiben. Obgleich die Zuckermengen wohl in verschwindend kleinen Quantitäten im Boden durch Zerlegungen höherer Pflanzen vorkommen können, sind sie doch nicht in Betracht zu ziehen. Was die Optimaltemperatur anbetrifft, so verhielt sich die Anzahl der Tage mit 25—30 ^{0}, auf freier Erdoberfläche, auf Rasen und unter Früchten gemessen, im Durchschnitt der 3 Jahre 1901, 1902 und 1903 wie 2,3 : 1,33 : 0. In den tieferen Bodenschichten war das Verhältnis bei 2 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm und 30 cm wie 45 : 29 : 9 : 9 : 6,3, also im grossen und ganzen geringwertig. Fernerhin ergaben die mit geimpften Erdproben im Laboratorium angestellten Versuche ein negatives Resultat.

Ausser dem Temperatureinfluss kommen aber noch die für Beschaffenheit des Bodens massgebenden Faktoren mit in Betracht, wie der physikalische Zustand, Feuchtigkeit, Leitungsfähigkeit des Bodens für Luft und Wärme, Bedeckung, bezw. Beschattung desselben. Für ein günstiges Mikroorganismenwachstum, bezw. für den Verlauf der physiologischen Prozesse dürften die Hauptbedingungen sein:

Eine nicht zu niedrige Temperatur, genügender Luft- und Wassergehalt neben dem Vorhandensein der zum Leben der Bakterien notwendigen Salze.

Dass die Anzahl der Bakterien im Bracheboden von der des bebauten Landes in einem mehr oder minder grossen Masse abweicht, ist bereits bekannt, und es ergab der trockene Sommer des Jahres 1904 besonders interessante Anhaltspunkte. Jedenfalls wird nach den Beobachtungen des Ref. die Annahme Carons, dass die Zahl der Bakterien des bebauten Landes von der Einwirkung der Pflanzen abhängig seien, dahin abgeändert werden müssen, dass wir den Grund für die geringere Menge der Mikroorganismen im bebauten Lande gegenüber der höheren in der Brache lediglich in den Feuchtigkeitsunterschieden der verschieden behandelten Felder zu suchen haben.

Wie die Gärungsorganismen unter gewissen Kulturbedingungen nichts von der ihnen innewohnenden Eigenschaft, Alkohol zu bilden, verraten, so werden wir bei der Kultur unserer Bodenorganismen diesen Zustand berücksichtigen müssen, da wir dieselben meist unter vom Boden abweichenden Verhältnissen studieren. Es muss der Hauptzweck der Bakteriologie sein, unter Anpassung an möglichst natürliche Verhältnisse die Fundamente zu gewinnen, auf denen sie dann aufzubauen in der Lage ist. Für diese Studien sind es besonders die Arbeiten Winogradtkys, die nach jeder Richtung hin lehrreich und mustergültig sind. Ebenso muss der Temperatur des Bodens und der Luft Beachtung geschenkt werden, und schliesslich sollen im Laboratorium gewonnene Resultate erst in der Natur eine Nachprüfung erfahren, ehe sie den Weg in die Öffentlichkeit gehen, um einem Fehlschluss möglichst vorzubeugen und nicht falsche Hoffnungen zu erwecken, deren Nichterfüllung mehr Schaden als Nutzen bringt.

Ein von Herrn A. Frank-Charlottenburg angekündigter Vortrag: **Über die Verwendung von Ablaugen der Sulfitcellulose als Futtermittel** wurde nicht gehalten.

VII.

Abteilung für Pharmazie und Pharmakognosie.

(No. XIII.)

Einführende: Herr TH. POLECK-Breslau,
Herr F. GADAMER-Breslau,
Herr K. FRITSCH-Breslau.

Schriftführer: Herr L. JUNGMANN-Breslau,
Herr P. ZEHGE-Breslau,
Herr E. RUDECK-Breslau,
Herr B. GRÜTZNER-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr H. THOMS-Berlin: a) Über Maticoöl und Maticokampfer.
   b) Über deutsches Opium.
2. Herr G. KASSNER-Münster i. W.: a) Über einige Oxydationserscheinungen.
   b) Über ein neues Doppelsaccharat.
3. Herr P. HAMBERGER-Ohlau: Über die Zinnpest.
4. Herr R. WEINLAND-Tübingen: Über Fluorhydrate einiger Anilide und substituierter Aniline.
5. Herr E. SCHMIDT-Marburg i. H.: Über den Einfluss der Seitenkette auf die physiologische Wirkung beim Cholin, Neurin und verwandten Verbindungen.
6. Herr H. KUNZ-KRAUSE-Dresden: a) Über Wesen und Entstehung des Gallyltannoids (der sog. Gallusgerbsäure), ein Beitrag zur Chemie der Tannoide.
   b) Zur Chemie des Lackmusfarbstoffes.
7. Herr R. WEINLAND-Tübingen: Über einige massanalytische Prüfungen des Deutschen Arzneibuchs IV.
8. Herr P. SIEDLER-Berlin: Zur Prüfung von Santalol, Sandelholzöl und verwandten Ölen.
9. Herr S. AUFRECHT-Berlin: Über Fortschritte in der Ernährungstherapie vom Standpunkte der Chemie.
10. Herr G. FUCHS-Biebrich a. Rh.: Über eine Gruppe therapeutisch wirksamer Säureamide.
11. Herr K. DIETERICH-Helfenberg: Zur Wertbestimmung der Kautschuksorten.
12. Herr G. FENDLER-Steglitz: Über das Verhalten des Kautschuks gegen einige Lösungsmittel und über Rohkautschukuntersuchung.
13. Herr M. SCHOLTZ-Greifswald: Über isomere Coniniumjodide.

14. Herr M. WINCKEL-Zürich: a) Über eine neue Fermentreaktion.
    b) Über belichtete Fette.
15. Herr J. GADAMER-Breslau: a) Die Alkaloide der oberirdischen Teile der blühenden Corydalis cava.
    b) Die Konstitution des Corydalins
    c) Über optisch aktive Corydaline.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr J. GADAMER-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 51.

1. Herr H. THOMS-Berlin: a) Über Maticoöl und Maticokampfer.

Gelegentlich meiner im Arch. d. Pharm.[1]) veröffentlichten Arbeit über das Maticoöl wies ich darauf hin, dass sich in der Zusammensetzung des auf den Markt gebrachten Maticoöls erhebliche Schwankungen bemerkbar gemacht haben. Das von mir eingehender untersuchte Maticoöl war von Schimmel & Co. in Miltitz bei Leipzig bezogen und erwies sich identisch mit einem Öl derselben Firma aus dem Jahre 1902, über welches FROMM und VAN EMSTER[2]) gearbeitet haben. Die letzteren hatten als wesentlichen Bestandteil des Öles einen Phenoläther aufgefunden, welchen sie mit dem Namen Maticoäther belegten. Ich konnte nachweisen, dass dieser Maticoäther keine einheitliche Substanz war, sondern zum grössten Teil aus zwei isomeren Verbindungen besteht, dem Petersilien-Apiol und dem Dill-Apiol:

$CH_2-CH=CH_2$; OCH_3; CH_3O; O; $>CH_2$; O

Petersilienapiol.

$CH_2-CH-CH_2$; CH_3O; CH_3O; O; $>CH_2$; O

Dillapiol.

Neben diesen Körpern befand sich in dem Öl noch ein dritter Phenoläther, dessen Menge jedoch zu klein war, um mit Sicherheit identifiziert werden zu können, und ein Kohlenwasserstoff. Das Blättermaterial, welches von der Firma Schimmel & Co. zur Gewinnung der Maticoöle im Jahre 1902 benutzt war und mir zur Verfügung stand, wurde von meinem Kollegen, Herrn Professor GILG, als herstammend von Piper angustifolium Ruiz et Pav. charakterisiert.

Im April d. J. hat die Firma Schimmel & Co. einen neuen Posten Maticoblätter, die von Herrn Professor GILG in Berlin und Herrn Professor DE CANDOLLE in Genf übereinstimmend als echte Maticoblätter der Stammpflanze Piper angustifolium Ruiz et Pav. bezeichnet wurden, destilliert und mir das Öl übersandt.

Sehr überrascht war ich, als sich dieses neue Maticoöl in seiner Zusammensetzung vollständig verschieden von dem früheren Öl erwies. Schon

---

1) Bd. **242**, Heft 5, 1904.
2) Ber. d. d. Chem. Ges. **35**, 4347 (1902).

nach mehrtägigem Aufbewahren an einem kühlen Orte hatten sich aus dem neuen Öl erhebliche Mengen von Kristallen abgeschieden, die nach dem Umkristallisieren aus Alkohol bei 60—61° schmolzen und mit Asaron identisch waren:

$CH{=}CH{-}CH_3$

OCH_3

CH_3O

OCH_3

Asaron.

Asaron wurde von Schimmel & Co.[1]) bereits vor mehreren Jahren in einem Maticoöl aufgefunden.

Aus 500 g des neuen Maticoöls waren nach wenigen Tagen 31 g Asaron auskristallisiert. Nach Entfernung der Kristalle zeigte das Öl ein spez. Gewicht von 0,930 bei 18° C. und eine schwache Linksdrehung (— 0,3° bei 18° C. im 100 mm-Rohr).

Es wurde durch Schütteln mit zweiprozentiger Kalilauge von Säuren und Phenolen befreit und nach dem Trocknen mit entwässertem Natriumsulfalt einer fraktionierten Destillation unter vermindertem Druck unterworfen. Es ging bei 14 mm Druck zum grössten Teil (zu ca. 85 Proz.) bis 162° über, während das früher untersuchte Öl bei 12 mm Druck bis 156° nur ca. 10 Proz. Destillat gab. Die über 156° bei 12 mm Druck siedenden Anteile des früheren Öles bestanden im wentlichen zum weitaus grössten Teil aus flüssigem Dillapiol, zum kleineren Teil aus kristallisierendem, bei 30° schmelzenden Petersilienapiol.

Aus den niedrig siedenden Fraktionen des neuen Öles konnten bei 56—57° unter 14 mm Druck ca. 10 Proz. eines Terpengemisches isoliert werden, das noch einer näheren Charakterisierung bedarf, bei 70—71° unter 13 mm Druck ca. 5 Prozent einer Fraktion, die mit konz. Arsensäurelösung erstarrte. Die Masse wird abgesaugt, mit Wasser zerlegt und mit Wasserdämpfen abdestilliert. Das ölige Destillat wird vom Wasser befreit und destilliert. Es erweist sich als Cineol:

CH

H_2C CH_3 C CH_3 CH_2

H_2C O CH_2

C

CH_3,

durch Elementaranalyse und seine Oxydation mit Permanganat zu der bei 196,5° schmelzenden Cineolsäure charakterisiert.

Die höher siedenden Fraktionen enthalten einen noch näher zu bestimmenden Kohlenwasserstoff. Mit steigendem Siedepunkt fällt bei den einzelnen Fraktionen der Kohlenstoffgehalt, während der Methoxylgehalt steigt.

1) Ber. von Schimmel & Co., Oktober 1898, S. 37.

Während z. B. die bei 129° unter 15 mm Druck siedende Fraktion nur 1,33 Proz. Methoxylgehalt zeigt, enthält

die bei 137° unter 13 mm siedende bereits 3,98 Proz. OCH_3,
die bei 146—150° unter 13 mm siedende 7,7 „ „
die bei 150° unter 13 mm siedende 16,65 „ „

Aus dieser Fraktion und aus dem Rückstand (Siedepunkt über 162°) liessen sich bei starkem Abkühlen noch erhebliche Mengen Asaron gewinnen. Insgesamt konnten aus dem Öl ca. 10 Proz. Asaron isoliert werden. Nach der Abscheidung desselben wurden die höher siedenden Fraktionen besonders auf einen Gehalt an Dill-Apiol und Petersilien-Apiol untersucht, doch konnte weder das eine, noch das andere aufgefunden werden. Um die leichter charakterisierbaren, weil höher schmelzenden Isoverbindungen des Dill-Apiols und Petersilien-Apiols eventuell zu gewinnen, wurde auch versucht, durch 24stündiges Kochen der hoch siedenden Fraktionen mit alkoholischer Kalilauge die entsprechende Umlagerung der „Allyl“- in die „Propenyl“-Verbindungen zu bewirken, doch führte auch dieser Versuch zu einem negativen Ergebnis, so dass mit Sicherheit die Abwesenheit der Apiole in dem neuen Maticoöl angenommen werden kann.

Die auffallende Erscheinung, dass zwei unter dem Namen Maticoöl gehandelte, aus echten Maticoblättern destillierte Öle in ihrer Zusammensetzung vollkommen verschieden von einander sind, lässt nur zweierlei Deutung zu: entweder ist das zur Destillation benutzte Blattmaterial trotz seiner anscheinenden äusseren Identität dennoch verschieden, indem es vielleicht einer dem echten Piper angustifolium sehr nahe verwandten Art entstammt, oder aber es kommen hier verschiedene Reifezustände der Blätter in Betracht, auch vielleicht klimatische und Bodenverhältnisse, die eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung der ätherischen Öle der Maticoblätter im Gefolge haben. Französische Forscher haben wiederholt durch den Einfluss der Atmosphärilien, der Bodenverhältnisse, besonderer Kulturbedingungen u. s. w. die Schwankungen in der Zusammensetzung der ätherischen Öle zu erklären versucht. Ob derartige Verhältnisse zur Erklärung der wechselnden Zusammensetzung der ätherischen Öle von Maticoblättern verschiedener Provenienz herangezogen werden können, vermag ich auf Grund des mir vorliegenden Materials nicht zu entscheiden. Ich werde mich aber bemühen, in diese Dinge Klarheit zu bringen. Ganz von der Hand zu weisen ist diese letztere Deutung nicht. Denn ich möchte bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass es mir vor etwa Jahresfrist gelang, in dem ätherischen Öl aus französischen Petersilienfrüchten Myristicin in grösserer Menge nachzuweisen, während Apiol nur in sehr kleiner Menge darin vorkam, während deutsches Petersilienöl zum weitaus grössten Teil aus Apiol besteht. Myristicin ist von dem Apiol nur durch das Minus einer Methoxylgruppe unterschieden. Im übrigen mag darauf hingewiesen werden, dass auch zwischen Asaron und den Apiolen nahe konstitutionelle Beziehungen bestehen.

Für die praktische Pharmazie ergibt sich aus dieser Untersuchung die nicht unwichtige Tatsache, dass unter Maticoöl ganz verschieden zusammengesetzte Produkte gehandelt werden können, ohne dass die Fabrikanten eine Schuld hieran träfe. Für die therapeutische Anwendung des Maticoöles ist diese Tatsache aber nicht ohne Bedeutung.

Ein Bestandteil des Maticoöles, welcher Mitte der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts von FLÜCKIGER[1]) entdeckt wurde, der Maticokampfer, ist in den Maticoölen der Neuzeit nicht wieder beobachtet worden. Herr

1) Pharmakognosie, III. Aufl., S. 747.

Direktor Dr. E. GILDEMEISTER der Firma Schimmel & Co. schrieb mir: „Maticokampfer haben wir seit langer Zeit nicht mehr aus dem Öl isolieren können; früher muss das Öl aus anderem Material destilliert worden sein." Durch die Güte des Freiherrn VON SEHERR-THOSS in Berlin, der von jener Zeit her noch ein kleines Quantum Maticokampfer aufbewahrt, sind mir auf meine Bitte einige Gramm seines Vorrats ausgehändigt worden, so dass es mir heute möglich ist, eine vorläufige Charakteristik dieses Körpers zu geben.

Das mir übergebene, ausgezeichnet kristallisierende Material, zeigte die in der Literatur hierüber vorliegenden physikalischen Eigenschaften.

Der Maticokampfer ist linksdrehend, nach H. TRAUBE[1] $[\alpha]_D = 28{,}73$, und schmilzt nach dem Umkristallisieren aus Alkohol bei 94°.

Auf Grund einer im FLÜCKIGERschen Institut in Strassburg i. E. von KÜGLER[2]) vorgenommenen Elementaranalyse hält dieser die Identität des Maticokampfers mit Aethylkampfer $C_{10}H_{15}$ (C_2H_5) O für möglich. Vier von mir ausgeführte übereinstimmende Elementaranalysen beweisen indes, dass die empirische Formel das Maticokampfers $C_{15}H_{26}O$ ist. Kocht man den Körper 1 bis 2 Stunden mit 50prozentiger Schwefelsäure am Rückflusskühler, so findet Spaltung statt, und mit Wasserdämpfen lässt sich ein blau gefärbtes Öl übertreiben, das auch bei der Rektifikation (Sdp. 256 bis 262° unter normalem Druck) blau gefärbt übergeht und der empirischen Formel $C_{15}H_{24}$ entspricht.

Der Maticokampfer gehört daher zur Gruppe der Sesquiterpenalkohole und lässt sich wie diese durch die Einwirkung verdünnter Schwefelsäure in der Hitze unter Abspaltung von Wasser in ein Sesquiterpen überführen.

Mangel an Material hinderte mich daran, die Regeneration des Sesquiterpens zu dem Alkohol zu versuchen, wie eine solche WALLACH bei dem Caryophyllen zu dem Caryophyllenalkohol geglückt ist.

Die von mir eingeleiteten Versuche, Maticoblätter verschiedener Provenienz zu erhalten und daraus die ätherischen Öle zu gewinnen, werden mich hoffentlich in die Lage bringen, auch dem Maticokampfer wieder einmal zu begegnen und die Untersuchung dieses Körpers und anderer Bestandteile der Maticoöle und ihre Beziehungen zu einander weiter aufzuklären.

Diskussion. Es sprach Herr KUNZ-KRAUSE-Dresden.

Herr H. THOMS-Berlin: **b) Über deutsches Opium.**

Seit Anfang des vorigen Jahrhunderts sind in Europa wiederholt Versuche gemacht worden, Opium zu gewinnen, so in Mitteldeutschland, in Württemberg, Baden, Schlesien, ferner in Österreich, besonders aber auch in Frankreich. Man findet in der Literatur die Angabe, dass überall ein Produkt von guter Beschaffenheit mit einem Morphingehalt bis 20 Proz. erzielt worden sei. Bei dem hohem Werte des Bodens und den hohen Arbeitslöhnen, besonders in Deutschland, sei indes keine Aussicht vorhanden, dass eine Opiumkultur hier bei uns ernstlich ins Auge gefasst werden könnte.

Dass der Morphingehalt deutscher Opiumsorten tatsächlich ein sehr hoher sein kann, hat EUGEN DIETERICH gelegentlich seiner ausgezeichneten Arbeiten über die Morphinbestimmung im Opium vor einigen Jahren experimentell bewiesen.[3])

DIETERICH fand in einem ihm von GROTE-Braunschweig überwiesenen Württembergischen Opium 14,75 Proz. Morphin, in einem ihm von Apotheker C. STOLZ in Kupferzell zugegangenen Württembergischem Opium sogar 22,33

1) Ztschr. f. Kristallographie. 22, 47 (1893).
2) Ber. d. d. Chem. Ges. 16, 2841 (1883).
3) Helfenberger Annalen. 1888, S. 99 und 100.

Proz. Morphin und in einem Württembergischen Opium aus Rosenfeld (Einsender Apotheker LUDWIG daselbst) allerdings nur 8,73 Proz. Morphin.

Über die Gewinnung dieser Opiumsorten und insbesondere darüber, welcher Mohn zur Kultur benutzt wurde, liegen keine näheren Angaben vor. Dass aber ausser den Kulturbedingungen auch die betreffende Mohnart auf den Gehalt des erzielten Opiums an Alkaloiden von Einfluss ist, geht aus den Untersuchungen von HEINRICH BILTZ in Erfurt hervor, die in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts unternommen wurden. Die erste Veranlassung, die „Einsammlung einheimischen Opiums als einen neuen inländischen Gewerbszweig in Gang zu bringen", scheint der Erfurter Gewerbeverein, vielleicht auf Betreiben von BILTZ, im Jahre 1829 gegeben zu haben.

Die von BILTZ ausgeführte Untersuchung[1]) betrifft 3 Sorten Opium.

1. Von orientalischem Mohn gewonnnenes und mit allen Kennzeichen der Güte bezogenes Opium.
2. Von blausamigem Mohn in den Jahren 1829 und 1830 bei Erfurt selbst gesammeltes Opium.
3. Von weißsamigem Mohn 1830 bei Erfurt selbst gesammeltes Opium.

BILTZ berichtet, das Einsammeln des Opiums von einheimischem Mohn geschah durch Knaben mittelst Ritzens der Mohnköpfe, wozu ein Instrument diente, bestehend aus 4 scharfen, in Holz neben einander gefassten ovalen Stahlklingen, die nicht tiefer als nötig einschnitten, damit die Kapsel geschlossen blieb und das Reifen des Samens nicht benachteiligt wurde; die hervorquellenden Safttropfen wurden mit einem Pinsel in ein weissblechernes Gefäss gestrichen und aus diesem die an jedem Tage gesammelte Menge in ein flaches Porzellangefäss ausgeleert und gelinde verdunstet.

Das untersuchte Opium des blausamigen Mohns von 1830 war schwärzlichbraun, blieb nach dem Trocknen elastisch, hatte einen sehr starken Geruch, dem des orientalischen ähnlich, aber wegen des frischen Zustandes strenger, und starken Opiumgeschmack. Das Opium vom weißsamigen Mohn war graubraun, nach dem Trocknen spröde und von starkem Geruch und Geschmack, doch etwas schwächer als das vom blauen Mohn.

Die Resultate der Analyse des Opiums im trockenen Zustande waren nach BILTZ die folgenden:

	Orientalisches Opium	Opium von blausamigem Mohn 1830	Opium von blausamigem Mohn 1829	Opium von weißsamigem Mohn 1829
Morphin	9,25 Proz.	20,00 Proz.	16,50 Proz.	6,85 Proz.
Narkotin	7,50 Proz.	6,25 Proz.	9,50 Proz.	33,00 Proz.

BILTZ beschreibt die angewandte Methode der Alkaloidbestimmung genau, die unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen allerdings als nicht ganz einwandfrei in allen Stücken angesehen werden kann.

Besonders überraschen muss der von BILTZ gefundene hohe Gehalt an Narkotin in Opium aus weißsamigem Mohn. Diese Angabe war für mich Anlass, auf dem zum pharmazeutischen Institut der Universität Berlin in Dahlem gehörigen Grundstücke in diesem Sommer eine Opiumgewinnung aus Pflanzen,

1) Pharmazeutisches Zentralblatt. 19. November 1831, No. 48.

die aus weissen Mohnsamen gezogen waren, zu versuchen. Besonders gedachte ich dabei den Nebenalkaloiden des Morphins in dem zu gewinnenden Opium meine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Hierzu wurde ich auch noch besonders angeregt durch eine Arbeit der Herren LUTZ und GUONOT[1]), welche über die Analyse eines in Frankreich gewonnenen Opiums berichten. Sie erhielten das Opium aus im Garten gezogenem Papaver somniferum. Die Analyse des Produktes ergab 3,846 Proz. Wasser, 2,414 Proz. Morphin, 0,109 Proz. Narkotin, 2,815 Proz. Codein. Erwähnenswert ist hier die bedeutende Menge von Codein, welche diejenige des Morphins übersteigt, was bisher in keinem einheimischen Opium nachgewiesen ist. Dieser Unterschied ist vielleicht einer chemischen Veränderung während des Trocknens zuzuschreiben oder könnte seinen Grund auch vielleicht in der Zusammensetzung des Bodens haben.

Zur Ausführung meiner Versuche wurde weisser Mohnsamen am 20. April d. J. auf einem sandhaltigen Lehmboden in Dahlem ausgesät. Zur Opiumgewinnung wurde Mitte Juli geschritten.

Die mittlere Höhe der Mohnpflanzen, welche meist weiss oder blau geblüht hatten, betrug 1,10 m, der Stengel hatte über der Erdoberfläche einen Durchmesser von 1,7 cm, ein Stengel gabelte sich gewöhnlich in 3 Stengel, deren jeder einen Fruchtstand trug.

Auf 1 qm Fläche befanden sich ca. 112 Mohnköpfe. Im Durchschnitt betrug der Durchmesser der unreifen Mohnkapseln, wie sie zur Opiumgewinnung benutzt wurden, 3,5 cm, das Gewicht einer frischen Mohnkapsel 13 bis 14 g.

Das Austreten des Saftes wurde in der Weise bewirkt, dass mit einem Messer am Nachmittag ca. 12 Schnitte, deren jeder eine Länge von ca. 1 cm hatte, und welche ca. 4 mm von einander entfernt waren, auf der einen Seite der Mohnkapsel, ohne diese völlig zu durchschneiden, gemacht wurden. Am darauf folgenden Morgen wurde der angetrocknete, bräunlich gefärbte Saft sorgfältig mit einem Messer abgenommen, und zwar mit der Vorsicht, dass Teile der Mohnkapsel nicht etwa mit in die Masse gelangten. Das auf einem Mohnblatt gesammelte Opium wurde an der Luft getrocknet.

Die bereits einmal geritzte Mohnkapsel wurde auf der noch unversehrten Seite noch ein zweites Mal geritzt, und dabei wurden fast gleiche Mengen Opium gewonnen wie beim ersten Mal.

In dieser Weise wurden drei Versuche genau quantitativ durchgeführt, um festzustellen, welche Ausbeute unter Berücksichtigung der Temperatur an den betreffenden Tagen und der zur Gewinnung nötigen Arbeitszeit sich hierbei ergab.

1. Versuch. Am 19. Juli, einem warmen, sonnigen Tage, nachmittags 5 Uhr, wurden 480 Mohnköpfe von einem geschickten Arbeiter in der beschriebenen Weise geritzt. Arbeitszeit eine Stunde. Am 20. Juli, morgens 9 Uhr, wurde das Opium in Form einer knetbaren, etwas klebrigen, teilweise schon bröckligen Masse gewonnen. Arbeitszeit für das Abnehmen $^1/_2$ Stunde. Gewicht des an trockener Luft aufbewahrten Opiums nach einigen Tagen 6,3766 g. Nach sechswöchigem Austrocknen im Chlorcalciumexsikkator betrug das Gewicht 5,6128 g.

100 Mohnköpfe hatten daher 1,33 g lufttrockenen, bezw. 1,17 g exsikkatortrockenen Opiums geliefert. Das Präparat besitzt starken Opiumgeruch.

2. Versuch. Am 20. Juli, nachmittags zwischen 5 und 6 Uhr, wurden 496 Mohnköpfe, die schon einmal geritzt waren, aber 2 Tage geruht hatten, abermals geritzt. Temperatur beim Ritzen 17° C. In der Nacht fiel die

1) Bullet. d. Sc. pharmacol. April 1904.

Temperatur erheblich und zeigte am nächsten Morgen um 6 Uhr 10 ° C. Am Morgen des 21. Juli zwischen 9½ und 11 Uhr wurde bei einer Temperatur von 17 ° C. (im Schatten) das Opium abgenommen.

Arbeitszeit des Ritzens und Abnehmens 2½ Stunden.

Gewicht des an trockener Luft aufbewahrten Opiums nach einigen Tagen 6,2814 g. Nach sechswöchigem Austrocknen im Chlorcalciumexsikkator betrug das Gewicht 5,5222 g.

100 Mohnköpfe hatten daher 1,27 g lufttrockenen, bezw. 1,11 g exsikkatortrockenen Opiums geliefert. Das Präparat besitzt starken Opiumgeruch, ist jedoch etwas heller als das des ersten Versuchs.

3. Versuch. Am 21. Juli, nachmittags zwischen 4½ und 6 Uhr, wurden 648 Mohnköpfe geritzt. Temperatur beim Ritzen und Sammeln am 22. Juli, morgens zwischen 10 und 11½ Uhr, 17½ ° C.

Gewicht des an trockener Luft aufbewahrten Opiums nach einigen Tagen 7,9870 g. Nach sechswöchigem Austrocknen im Chlorcalciumexsikkator betrug das Gewicht 6,9300 g.

100 Mohnköpfe hatten daher 1,23 g lufttrockenen, bezw. 1,07 g exsikkatortrockenen Opiums geliefert. Das Präparat besitzt die äusseren Eigenschaften des von Versuch 1 herrührenden.

Die exsikkatortrockenen Präparate liessen sich leicht zu einem hellbräunlichen Pulver verreiben und wurden für Alkaloidbestimmungen verwandt.

1. Alkaloidbestimmung nach dem Deutschen Arzneibuch IV: Gefunden 6,7 Proz. Morphin.

2. Ein Opiumauszug wurde in alkalischer Lösung mit Äther ausgeschüttelt, darauf mit ammoniakalischer Lösung fünfmal mit Essigäther und dreimal mit Chloroform (die letzteren Ausschüttelungen wurden vereinigt). Die beim Abdampfen hinterbleibenden Rückstände wurden zur Entfernung des Farbstoffs nochmals mit verdünnter Salzsäure in Lösung gebracht und aus alkalischer Lösung wiederholt mit Äther, aus ammoniakalischer Lösung wiederholt mit Chloroform ausgeschüttelt.

Es wurden erhalten: aus alkalischer Lösung 8,8 Proz. Alkaloidgemisch, aus ammoniakalischer Lösung 6,6 Proz. Morphin.

Das aus alkalischer Lösung erhaltene Alkaloidgemisch wurde mit Weinsäure unter Verwendung eines schwachen Überschusses an letzterer in Lösung gebracht und aus saurer Lösung wiederholt mit Chloroform, aus alkalischer wiederholt mit Äther ausgeschüttelt.

Hierbei wurden erhalten

aus saurer Lösung 8,4 Proz. Alkaloid (im wesentlichen Narkotin),
aus alkalischer Lösung 0,3 Proz. Alkaloid (im wesentlichen Codein).

Meine Untersuchungen haben also ergeben, dass aus weißsamigem Mohn Pflanzen kultiviert wurden, deren unreife Kapseln ein Opium mit 6,7 Proz. Morphingehalt lieferten, ein Prozentgehalt, welcher mit dem Biltzschen aus dem Jahre 1829 eine merkwürdig gute Übereinstimmung zeigt. Hingegen wurde, was vorauszusehen war, ein wesentlich geringerer Prozentgehalt an anderen Alkaloiden, besonders Narkotin, gefunden, als ihn Biltz beobachtet haben wollte.

Im nächsten Jahre gedenke ich Kulturversuche mit blauem Mohnsamen zu wiederholen, um festzustellen, ob aus dieser Kulturart der Morphingehalt des zu gewinnenden Opiums ein höherer wird.

Aber selbst wenn, was möglich ist, dies bei gleicher Opiumausbeute der Fall sein sollte, würde die Opiumgewinnung für uns in Deutschland eine lukrative niemals werden können, was eine einfache Berechnung unter Zugrundelegung der vorstehend mitgeteilten Zahlen ergibt.

Im Durchschnitt liefern 100 Mohnköpfe $\frac{1,33 + 1,27 + 1,23}{3} = 1,27$ g lufttrockenes Opium. Zur Erzeugung eines Kilogramms Opium sind daher rund 80000 Mohnköpfe, bezw. bei zweimaligem Ritzen 40000 Mohnköpfe erforderlich. Legt man letztere Zahl zugrunde und nimmt man an, dass auf 1 qm Fläche rund 100 Mohnköpfe gezogen werden, so sind 400 qm Erdfläche nötig, um 1 Kilo Opium zu gewinnen. 1 Kilo Opium von den Mohnköpfen abzunehmen beansprucht rund 375 Arbeitsstunden. Legt man den für Berlin-Dahlemer Verhältnisse bescheidenen Satz von 20 Pfennigen für die Arbeitsstunde zugrunde, so würden an Arbeitslohn für das Ritzen der Mohnköpfe und Abnehmen des Opiums allein 75 Mark pro Kilo Opium erforderlich sein, das ist ungefähr 4 mal so viel, wie bestes türkisches Opium kostet.

Aber selbst wenn auch zugegeben werden mag, dass eine gesteigerte Ausbeute an Opium und verkürzte Arbeitszeit infolge noch zu sammelnder Erfahrungen das obige Verhältnis zwischen Einstands- und Verkaufspreis günstiger gestalten können, so habe ich dennoch nur geringe Hoffnung, dass Opium, Marke „Dahlem“, jemals im Handel auftauchen wird.

Bei den Alkaloidbestimmungen hat mich mein Assistent Herr TUURALA bestens unterstützt.

Diskussion. Herr PAUL HAMBERGER-Ohlau erinnert daran, dass im Anfang der 70er Jahre in Schlesien von einer landw. Versuchsanstalt von angebautem Mohn Opium gewonnen worden ist. Dieses Opium ist zum Teil in die Sammlung des pharm. Instituts in Breslau übergegangen; sein Morphingehalt wurde später doch bedeutend höher gefunden, als früher angegeben.

Herr P. SIEDLER-Berlin: Wie Prof. E. SCHMIDT-Marburg im vorigen Jahre gezeigt hat, ist es bei Datura-Arten möglich gewesen, bestimmte Varietäten in Hinblick auf die Ausbeute an bestimmten Alkaloiden zu züchten. Vielleicht ist es ebenso möglich, Mohnvarietäten zu ziehen, welche so viel Codein enthalten, dass die Gewinnung von Opium auch in Deutschland lukrativ würde. Nicht zu verkennen sind dabei die grossen Schwierigkeiten, welche sich bei diesen Versuchen ergeben würden, und es würden jedenfalls viele Jahre vergehen, ehe auf praktische Resultate zu rechnen ist.

Ausserdem sprach Herr POLECK-Breslau.

2. Herr G. KASSNER-Münster i. W.: **a) Über einige Oxydationserscheinungen.**

Der Vortragende gab zunächst eine Übersicht über die wichtigsten in das Gebiet der Autoxydation gehörenden Vorgänge, wobei er zunächst die klassischen Arbeiten von MORITZ TRAUBE erwähnte, welche seinerzeit von diesem Forscher in Breslau begonnen und ausgeführt wurden.

Obwohl inzwischen von verschiedenen Seiten eine Erklärung der bei der Oxydation verschiedener Körper, z. B. der Metalle, des Kohlenoxyds, der Aldehyde u. s. w., beobachteten Erscheinungen versucht worden ist, so kann doch auch heute noch die Auffassung von TRAUBE als die vorherrschende gelten. Sie wurde auf Grund zahlreicher Beobachtungen namentlich von ENGLER und seinen Schülern fester gestützt und kann dahin formuliert werden, dass bei der Selbstoxydation bei Gegenwart von Wasser immer zunächst ganze Moleküle Sauerstoff aufgenommen werden, und zwar unter Bildung von Wasserstoffsuperoxyd. In sekundärer Reaktion wird letzteres dann meist unter Verbrauch seines disponiblen oder aktiven Sauerstoffs zerlegt. In einzelnen Fällen, z. B. beim Schütteln von Zink mit Luft und Wasser (TRAUBES Versuch), ist es

längere Zeit beständig und daher direkt nachweisbar. Diese Reaktion verläuft nach der Gleichung:

$$Zn + \begin{array}{c|c} OH & H \\ OH & H \end{array} + \begin{array}{c} O \\ \| \\ O \end{array} = Zn\begin{array}{l} \diagup OH \\ \diagdown OH \end{array} + HO{-}OH.$$

Fehlt Wasser bei der Oxydation, namentlich derjenigen organischer Körper, wie z. B. bei der Selbstoxydation von reinen Aldehyden, Terpenen, so werden gleichfalls ganze Moleküle Sauerstoff aufgenommen, diese aber dann zunächst zur Erzeugung von Superoxyden organischer Radikale verwendet. Da diese ebenfalls, wie das Wasserstoffsuperoxyd, ein höheres Potential des Sauerstoffs besitzen, als es im gewöhnlichen indifferenten Luftsauerstoff vorhanden ist, so besitzen sie letzterem gegenüber eine erhöhte Oxydationskraft, vermögen aus Jodkalium Jod frei zu machen u. s. w. Man spricht demnach von aktivem, „ozonisiertem" Sauerstoff in ihnen, und daher ist an den Vorgang der Selbstoxydation in den meisten Fällen derjenige der Aktivierung des Sauerstoffs unmittelbar geknüpft. Ein treffliches Beispiel bietet hierfür das Terpentinöl, in welchem sich der Zustand der Aktivierung beliebig lange erhalten lässt. Wie zahlreiche Versuche gezeigt haben, wird von der bei der Autoxydation aufgenommenen Menge indifferenten Sauerstoffs genau die Hälfte in den Zustand höherer Aktivität übergeführt, ganz ähnlich wie auch von den zwei Atomen Sauerstoff im Wasserstoffsuperoxyd nur ein Atom das höhere Potential besitzt.

Der Vortragende erblickt nun in den Ergebnissen neuerer Arbeiten von Harries eine wesentliche Stütze der Anschauungen von Engler. Harries hat nämlich durch Einwirkung von Ozon auf ungesättigte Kohlenwasserstoffe neue eigentümliche Verbindungen erhalten, welche er Ozonide[1]) nennt. Es sind dies Körper von hohem Oxydationsvermögen, erstickendem Geruch und oft furchtbar explosivem Charakter. In ihnen ist die ganze dreigliedrige Sauerstoffkette des Ozons vorhanden, entsprechend folgender schematischer Formel:

$$\begin{array}{ccc} >C & \text{——} & C< \\ | & & | \\ O & -O- & O. \end{array}$$

Interessant ist nun der Zerfall der Ozonide durch Wasser, wobei sich neben Ketonen (bez. Aldehyden) Wasserstoffsuperoxyd bildet, etwa nach folgendem Schema:

$$\begin{array}{ccc} >C & \text{——} & C< \\ | & & | \\ O & -O- & O \end{array} + H_2O = >CO + >CO + H_2O_2.$$

Es ist also durch diese Reaktion ein Abbau des Ozons zu Wasserstoffsuperoxyd erfolgt, ein Vorgang, der, wie Harries angibt, bisher unbekannt war. Der Vortragende meint, dass auch diese Abbaureaktion sich zu einer weiteren Stütze der Traube-Englerschen Hypothese verwenden lasse. Denn wenn bei den Ozoniden die Anlagerung der sonst so leicht zerfallenden dreigliedrigen Sauerstoffkette des Ozons erwiesen ist und hierauf ihr partieller Zerfall mit Wasser zu Wasserstoffsuperoxyd, dass dann die Anlagerung der zweigliedrigen Sauerstoffkette des Luftsauerstoffs an geeignete oxydable Stoffe,

1) Ber. d. d. Chem. Ges. 1904, **37**, S. 839—841.

wie Wasserstoff in statu nascendi, Aldehyde u. s. w., erst recht keine Schwierigkeiten mache.

Zum Schluss kam Vortragender auf die verschiedenen Möglichkeiten der Herkunft und der Entstehung der Peroxydkette —O—O— in diversen Verbindungen zu sprechen und führte folgende allgemeine Entstehungsweisen für sie an:

1. Anlagerung molekularen Sauerstoffs an oxydable Stoffe bei den Vorgängen der Autoxydation, sowie auch bei der Oxydation gewisser Metalle, wie Baryum, Alkalimetalle u. s. w., in höherer Temperatur.

2. Vereinigung negativer Ionen sauerstoffhaltiger Säuren bei der Elektrolyse.

3. Abbau von Ozon in den Ozoniden.

4. Synthese von Pissarjewsky mittelst Hypochloriten, zunächst für Zirkon- und Thoriumverbindungen ermittelt.

5. Umlagerung von höheren Metallsauerstoffverbindungen mit labilem Sauerstoff, zunächst für Perbleisäure, bez. Perplumbate festgestellt.

Bezüglich des letzteren Falles besprach der Vortragende seine in Bd. 237 und 238 des Archivs der Pharmazie erschienenen Arbeiten und erläuterte die durch blosse Erhitzung von Calciumortho- und -metaplumbat in indifferenten Gasen, ja selbst im Vakuum stattfindende Umlagerung zu Körpern mit der Peroxydkette —O—O— durch entsprechende Formeln. Er bemerkte zum Schluss, dass, wie Fall 4 und 5 zeigen, eigentümliche Bildungsweisen von Peroxydkörpern gerade den Elementen der vierten Gruppe des periodischen Systems zuzukommen scheinen.

Herr G. Kassner-Münster i. W.: **b) Über ein neues Doppelsaccharat.**

Seitdem Vortragender im Jahre 1895 die Darstellung und Eigenschaften des kristallwasserhaltigen Dibleisaccharats $C_{12}H_{18}O_{11} . Pb_2$ näher beschrieben und neben A. Wohl mehrere auf seine Herstellung gegründeten Verfahren zur Entzuckerung von Pflanzensäften, Melasse etc. in Dingl. polyt. Journ. 1895 u. 1897 publiziert hatte, war das Interesse an der Auffindung schwer löslicher Verbindungen des Rohrzuckers nicht von ihm gewichen.

Versuche, ein Magnesiumsaccharat darzustellen, welches Maumené und Dubreul durch Fällen einer Zuckerlösung mit Schwefelmagnesium erhalten haben wollten, das jedoch von anderen Forschern vergeblich gesucht wurde, misslangen dem Vortragenden ebenfalls.

Auch zu einem Calcium-Magnesiumsaccharat, das in der Literatur gleichfalls als zweifelhaftes Präparat hingestellt wird, konnte Kassner nicht gelangen. Alle für seine Herstellung unternommenen Versuche schlugen fehl. Aber in anderer Richtung brachten diese Arbeiten doch einen Erfolg, insofern, als sie den Vortragenden auf die Existenz eines neuen Saccharats hinlenkten, welches man auf Grund der bisherigen Versuchsresultate wohl als eine Verbindung von Dicalciumsaccharat mit Calciumsulfat oder als ein Tricalciumsaccharat betrachten kann, in welchem ein Molekül CaO durch $CaSO_4$ ersetzt ist.

Es wurde, wenn auch bisher noch nicht in reinem Zustande, erhalten durch Mischen von Zuckerlösung mit Ätzkalk und Magnesiumsulfat in dem Verhältnis, dass auf ein Molekül Rohrzucker drei Moleküle Calciumoxyd und ein Molekül Magnesiumsulfat kamen. Später wurde die Verbindung bloss aus Zucker, Kalk und fein pulverisiertem Calciumsulfat erzeugt. Sie bildet ein feinkörniges Pulver, welches in farblose weisse Kristallnädelchen übergeht, in der Wärme leicht in ihre Komponenten zerfällt und in Wasser verhältnismässig schwer löslich ist. Die Arbeiten über diese, vielleicht auch technisch

verwertbare Verbindung werden fortgesetzt, und es wird über dieselben an anderer Stelle berichtet werden.

3. Herr P. HAMBERGER-Ohlau: **Über die Zinnpest.**

Redner will nicht einen längeren Vortrag über die Zinnpest halten, er will nur Gegenstände aus Zinn, bei denen die sog. Zinnpest sichtbar ist, vorzeigen. Für die Herren, denen dieser Name neu ist, gibt er folgende Erklärung:

Das Zinn, wie wir es täglich sehen, hat die Eigenschaft, bei grosser Kälte in eine Modifikation — ein graues Pulver — überzugehen. Diese Tatsache war schon im Altertum bekannt. Aus neuerer Zeit liegen von ERDMANN (1851) Mitteilungen vor, nach welchen eigentümliche Veränderungen an Orgelpfeifen in der Schlosskirche zu Zeitz bemerkt worden waren. In Russland zerfielen gegossene Zinnknöpfe für Uniformen zu Pulver. Auch an der Zinnbedachung des Postgebäudes zu Rothenburg zeigten sich eigentümliche Veränderungen.

Wir verdanken Prof. ERNST COHEN in Amsterdam die systematische Untersuchung dieses Verhaltens des Zinns. Seine Arbeiten über diesen Gegenstand liessen ihn folgende These aufstellen: „Unsere ganze Zinnwelt befindet sich mit Ausnahme weniger warmer Tage in einer unbeständigen Modifikation, also in einem metastabilen Zustand, so dass unsere Zinngeräte, welche im täglichen Leben gebraucht werden, das Bestreben haben, in die pulverförmige graue Modifikation überzugehen.

Bei Zimmertemperatur dauert dieser Vorgang sehr lange Zeit. Wird aber das gewöhnliche Zinn mit grauem Zinn in Berührung gebracht, so wird der Prozess beschleunigt.

Das graue Zinn wirkt also ansteckend, daher der Name Zinnpest.

In neuster Zeit ist es Prof. KAHLBAUM in Basel, welcher sich mit Untersuchungen des Zinns beschäftigt hat. Nach diesen sollen Gewichtsveränderungen im geschlossenen Rohr bei der Umwandlung des Zinns stattfinden.

Redner teilt mit, dass er vor ca. 10 Jahren zur Besichtigung der Orgel der katholischen Kirche zu Ohlau verlangt wurde. Die zinnernen Orgelpfeifen zeigten durchweg Löcher von verschiedenem Durchmesser (0,5 cm bis 4 cm). Es wurde von den Beteiligten angenommen, dass jemand durch Aufspritzen von Säure oder Lauge absichtlich der Orgel Schaden zufügen wollte.

Bei näherer Betrachtung war die Annahme eine irrige. Nirgends konnten salzartige Ausscheidungen wahrgenommen werden, dagegen hatten sämtliche Löcher kristallinischen Rand, der leicht abbröckelte. Redner führte schliesslich diese Erscheinungen auf Einwirkung der Tonwellen zurück.

Im Jahre 1901 erschien in der Pharmac. Zeitung ein Referat des Prof. PAUL in Tübingen über „Gewisse Veränderungen des Zinns". In diesem wurden die bereits erwähnten Eigenschaften des Zinns erörtert. Eingesandte Teile der in meinem Besitz befindlichen Orgelpfeifen wurden von den Herren Prof. PAUL und COHEN als Zinnpest erkannt.

Redner zeigt darauf eine fast vollständig zerfressene Orgelpfeife und kleinere Ausschnitte, auch das zu grauem Pulver zerfallene Zinn vor.

Aus einem kleinen, kaum sichtbaren schwarzen Punkt nehmen diese Veränderungen ihren Anfang, die schliesslich mit dem vollständigen Zerfall des Gegenstandes endigen.

Diskussion. Herr KASSNER-Münster i. W. stellte die Frage, ob nicht die chemische Untersuchung der fraglichen, durch „Zinnpest" zerstörten Orgelpfeifen eine besondere Reinheit des Zinnmaterials habe konstatieren lassen, da nach seiner Meinung sich die der Zinnpest zugrunde liegende Modifikation des grauen Zinns um so leichter bilden dürfte, je reiner das Metall sei. Auch

wies K. auf die von VAN'T HOFF über die Zinnpest verfasste kleine Schrift hin, nach welcher graues und gewöhnliches Zinn mit einem passenden Elektrolyten eine Potentialdifferenz ergebe, welche die Konstruktion einer galvanischen Kette ermögliche.

4. Herr R. WEINLAND-Tübingen: **Über Fluorhydrate einiger Anilide und substituierter Aniline.**

Die Fähigkeit des Fluorwasserstoffs, sich an Salze anlagern zu können, hat R. WEINLAND in Gemeinschaft mit J. ALFA, G. KAPPELLER und W. STILLE in einer Reihe von Fällen beobachtet.

Es seien von diesen Salzen erwähnt:

1. Monokaliumphosphat + Fluorwasserstoff. $PO_4H_2K.HFl$.[1])
2. Trikaliumdisulfat + Fluorwasserstoff $(SO_4)_2K_3H.2HFl$.[1])
3. Kaliumäthylsulfat + Fluorwasserstoff $SO_4(C_2K_5)K.HFl$.[2])
4. Alkalisalze aromatischer Sulfonsäuren + Fluorwasserstoff, z. B. $C_6H_5SO_3K.2HFl$[2]); $C_6H_4(OH)SO_3K(1,4).HFl$[2]); thymolsulfonsaures Kalium + 2HFl.[3])
5. Monokalium (Ammonium-, Rubidium-)- oxalat und Monammoniumtartrat + Fluorwasserstoff $C_2O_4KH.HFl$ und $C_4O_6H_5(NH_4).HFl$.[3])

Diese Verbindungen kristallisieren aus den Lösungen des betreffenden Salzes in 40-, bezw. 70prozentiger Flußsäure aus.

Der Fluorwasserstoff lagert sich, wie ersichtlich, sowohl an saure, als an neutrale Salze an, und zwar entweder 1 oder 2 Mol. Er ist meist nur lose gebunden, die Verbindungen verlieren ihn beim Liegen an der Luft oder über Schwefelsäure mehr oder weniger rasch, sie verwittern. Einige fluorierte Ammoniumsalze der Benzol-, Phenol- und Salicylsulfonsäure sind dagegen luftbeständig (Ann. Chem. **328**, 149). Wasser zersetzt die Verbindungen sogleich.

Ich habe nun im Verein mit H. LEWKOWITZ untersucht, ob der Fluorwasserstoff sich mit so schwach basischen Körpern, wie den Aniliden, zu verbinden vermag. Von diesen kennt man bis jetzt nur Salze mit Chlor-, Brom- und Jodwasserstoff und vom Acetanilid ein Pikrat. Der Fluorwasserstoff ist aber eine wesentlich schwächere Säure als die anderen Halogenwasserstoffsäuren, und es konnte daher fraglich sein, ob er mit den sehr schwach basischen Aniliden Salze zu bilden imstande sei.

Es zeigte sich, dass dies in ausgezeichneter Weise der Fall ist, wir erhielten die folgenden Verbindungen:

1. Acetanilid + 1HFl,
2. p-Acettoluid + 1HFl,
3. Benzanilid + 1HFl,
4. p-Oxyacetanilid + 3HFl. $2H_2O$,
5. p-Methoxyacetanilid + 1HFl,
6. a) p-Äthoxyacetanilid + 3HFl. $2H_2O$,
   b) „ + 1HFl. $1H_2O$,
7. p-Bromacetanilid + 1HFl. $1H_2O$.

Mehrere dieser Salze kristallisieren sehr gut. Herr Privatdozent Dr. SOMMERFELD hatte die Liebenswürdigkeit, einige davon zu messen.

In wässriger Flußsäure lösen sich nur wenige Anilide (Acetanilid, Acettoluid, Benzanilid); aus einer solchen Lösung erhält man lediglich Verbindungen mit 1 Mol. HFl., auch wenn die Flußsäure hochprozentig (70 Proz.)

1) Z. anorg. Chem. **21**, 43. 1891.
2) Annal. Chem. **315**, 357. 1901.
3) Annal. Chem. **328**, 149. 1903.

ist. Dagegen kristallisieren aus alkoholischer Flußsäure[1]) einige substituierte Anilide mit wechselnden Mengen Fluorwasserstoff und Kristallwasser je nach dem Gehalt der Lösungen an HFl, Alkohol, Wasser und den betreffenden Aniliden. Je grösser der Gehalt an Fluorwasserstoff, je geringer die Menge des Wassers und des Anilides ist, desto mehr Fluorwasserstoff lagert sich an und umgekehrt.

Ist der parastândige Substituent im Anilid eine Hydroxyl- oder eine Aethoxylgruppe, so lagern sich im Maximum 3 Mol. Fluorwasserstoff an, ist er eine Methyl-, eine Methoxylgruppe oder Brom, so addiert sich nur 1 Mol. Fluorwasserstoff. Ist der Substituent eine Karboxyl- oder eine Nitrogruppe, so bildet das Anilid mit Fluorwasserstoff kein Salz mehr.

Ein Trifluorid war bis jetzt nur vom Kalium bekannt, nämlich KFl. 2HFl; MOISSAN erhielt es mit wasserfreiem Fluorwasserstoff.

Es sei hier bemerkt, dass die Salze der Anilide mit Chlor-, Brom- und Jodwasserstoff auf 1 Mol. Anilid $^1/_2$, bezw. 1 Mol. Halogenwasserstoff enthalten.[2])

Die Anilidfluorhydrate verlieren in trockener und gewöhnlicher Luft den Fluorwasserstoff mehr oder weniger rasch. Löst man sie in Alkohol oder Wasser, so werden sie völlig zersetzt, und man erhält die reinen Anilide zurück.

Wir haben sodann die Fluorhydrate einiger der den angeführten Aniliden zugrunde liegenden Aniline untersucht und hierbei gefunden, dass sie 1, 2 und 3 Mol. Fluorwasserstoff enthalten:

1. a) Anilin + 1HFl,
   b) „ + 2HFl,
2. p-Amidophenol + 3HFl. 1,5H_2O,
3. p-Amidophenetol + 2HFl,
4. p-Amidobenzoesäure + 2HFl,
5. Sulfanilsäure + 2HFl,
6. p-Bromanilin + 3HFl. 1H_2O.

Auch die Anilinfluorhydrate sind teilweise ausgezeichnet kristallisiert.

Die Neigung der schwachen Säure Fluorwasserstoff, mit den schwach basischen Aniliden und Anilinen saure Salze zu bilden, ist bemerkenswert, da von den anorganischen Basen nur die starken hierzu befähigt sind (die Alkalimetalle, das Ammonium, das Calcium und das Silber).

Die oben erwähnten Verbindungen des Fluorwasserstoffs mit primärem Kaliumphosphat, primärem Kaliumoxalat etc. waren früher den Kristallwasserverbindungen an die Seite gestellt worden (bei einigen von ihnen, z. B. beim primären Kaliumoxalat, war der Fluorwasserstoff an die Stelle von Kristallwasser getreten), und wir waren zunächst geneigt, die Fluorwasserstoffverbindungen der Anilide als Kristallfluorwasserstoffverbindungen anzusehen. Indessen erscheint es uns im Hinblick darauf, dass einmal der Fluorwasserstoff eine Säure ist, und dass ferner Anilide, deren basischer Charakter durch negative Substituenten, wie die Karboxyl- und die Nitrogruppe, abgeschwächt ist, keine Fluorwasserstoffverbindungen geben, doch richtiger, die Verbindungen der Anilide mit Fluorwasserstoff als Salze aufzufassen und diejenigen von ihnen, welche 3 Mol. HFl enthalten, in Parallele zu stellen mit den sauren Formiaten[3]), Acetaten[4]), mit dem sauren Kaliumtetraoxalat, mit den sauren Nitraten[5]), mit

1) Von W. C. Heräus in Hanau zu beziehen.
2) Ber. d. deutsch. Chem. Ges. **36**, 150. 1903.
3) GROSCHUFF, Ber. d. deutsch. Chem. Ges. **36**, 1783 u. 4351. 1903.
4) LESCOEUR, Compt. rend. **78**, 1046. 1874.
5) Zeitschr. anorg. Chem. **40**, 1. 1904.

dem sauren Kaliumsulfat der Formel $SO_4H_2 . SO_4HK$ und mit dem oben erwähnten Kaliumtrifluorid.

Und ebenso möchten wir nunmehr die verschiedenen Verbindungen des Fluorwasserstoffs mit neutralen und sauren Salzen (s. die Einleitung) als übersaure Salze ansehen, die 2 Säuren im Mol. enthalten, von denen die eine die Flußsäure ist, so z. B. das primäre Kaliumoxalat + 1HFl als Kaliumtetraoxalat, in dem das eine Mol. Oxalsäure durch ein Mol. Fluorwasserstoff ersetzt ist:

$$C_2O_4HK . C_2O_4H_2,$$
$$C_4O_2HK . HFl,$$

und entsprechend die anderen, auch in dem häufigen Fall, dass übersaure Salze der betreffenden Säure nicht bekannt sind. Diese Fluorwasserstoffverbindungen erscheinen so als die einfachsten Vertreter der komplexen Säuren vom Typus der Phosphor-(Arsen)molybdänsäure. Von diesen sei das niedrigste Glied, das von FRIEDHEIM[1]) dargestellte Kaliumsalz: $MoO_4KH . AsO_4H_3 . {}^1/_2H_2O$ erwähnt. Diesem entspräche z. B. das Sulfat-Fluorid $(SO_4)K_3H . 2HFl$.

Diese Auffassung der Fluorwasserstoffverbindungen wird der sauren Natur des Fluorwasserstoffs gerecht, während der Vergleich mit den Kristallwasserverbindungen diese nicht berücksichtigt. Dafür, dass bei der Anlagerung des Fluorwasserstoffs seine Säurenatur in Betracht kommt, sprechen auch unsre vergeblichen Versuche, an Chloral statt Wasser Fluorwasserstoff anzulagern. Auch beobachteten wir bis jetzt niemals die Addition von Fluorwasserstoff an eine Säure, immer waren es Salze, wenn auch saure. Würde der Fluorwasserstoff lediglich wie Wassser fungieren, so wäre zu erwarten, dass er sich auch mit Säuren verbinden sollte.

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr SALZMANN-Dt.-Wilmersdorf.

Zahl der Teilnehmer: 47.

5. Herr E. SCHMIDT-Marburg i. H.: **Über den Einfluss der Seitenkette auf die physiologische Wirkung beim Cholin, Neurin und verwandten Verbindungen.**

(Der Vortrag wurde in Abwesenheit des Herrn SCHMIDT von Herrn J. GADAMER-Breslau verlesen.)

6. Herr H. KUNZ-KRAUSE-Dresden: **a) Über Wesen und Entstehung des Gallyltannoids (der sog. Gallusgerbsäure), ein Beitrag zur Chemie der Tannoide.**

Diskussion. Herr M. WINCKEL-Zürich: Die Mitteilung knüpft an die Auslassung des Herrn Prof. THOMS an, der das Tannin mit Äther ausschüttelt. Ich schüttelte das Tannin des Handels mit Benzol aus und erhielt schon in der Kälte nach wenigen Stunden im Benzol deutliche Pyrogallolreaktion, und Pyrogallol konnte in schönen Nadeln daraus erhalten werden. Da in dem Tannin kein Pyrogallol enthalten ist, muss angenommen werden, dass sich dasselbe aus der im Tannin enthaltenen Gallussäure bildet.

1) Zeitschr. anorg. Chem. 2, 336. 1892.

Betreffs des Glykosidgehaltes im Tannin bin ich der Ansicht, dass in diesem und in den Galläpfeln ein Phloroglykotannoid enthalten ist, begründet auf meine bereits veröffentlichte Arbeit über „das Vorkommen des Phloroglucins in den Pflanzen".

Ausserdem sprachen die Herren THOMS-Berlin und J. GADAMER-Breslau.

Herr H. KUNZ-KRAUSE-Dresden: **b) Zur Chemie des Lackmusfarbstoffes.**

7. Herr R. WEINLAND-Tübingen: **Über einige massanalytische Prüfungen des Deutschen Arzneibuchs IV.**

1. Bestimmung des Eisengehaltes im gepulverten Eisen.

Das A. schreibt: „1 g in verd. Schwefelsäure gelöst etc. etc. Es sollen für 0,1 g mindestens 17,5 ccm $^1/_{10}$ n.-Natriumthiosulfatlösung gebraucht werden."

17,5	ccm	entsprechen	97,8	Proz. Fe.
17,6	„	„	98,4	„ „
17,7	„	„	98,9	„ „
18,0	„	„	100,6	„ „

Da 18 ccm schon 100,6 Proz. entsprechen, wäre eine Grenze anzugeben. Sodann bedingt bei einem Gesamtverbrauch von etwa 18 ccm ein Mehrverbrauch von 0,1 ccm schon 0,6 Proz. Fe. Dieser ungünstige Umstand würde etwas verbessert durch Anwendung von 20 ccm der Eisenlösung statt 10, wie es das A. vorschreibt. Berücksichtigt man aber die auszuführenden Operationen, die kleinen Fehler der Messgefässe und der Abmessungen, die bestehende kleine Unsicherheit der jodometrischen Eisenbestimmung in schwefelsaurer Lösung[1]), so kann man mit dieser Methode selbst bei Anwendung einer Thiosulfatlösung sicher festgestellten Titers kein genaues Resultat erwarten. Hier würde ich vorschlagen, das Eisen gewichtsanalytisch zu bestimmen: Man löst 0,3 g in verdünnter Salzsäure, filtriert vom Ungelösten ab, oxydiert mit Chlorwasser oder Salpetersäure, fällt heiss mit Ammoniak, filtriert, trocknet, glüht und wägt. Die Operationen sind einfach, man braucht drei exakte Wägungen, muss keine Lösung einstellen und ist frei von den Fehlern der Messgefässe.

0,3000 g	Eisen	von	100	Proz.	liefern	0,4288 g	Fe_2O_3,
„	„	„	99	„	„	0,4245 „	„
„	„	„	98	„	„	0,4203 „	„

Hier entspricht einer Differenz von 4 mg Fe_2O_3 1 Proz. Eisen. Aber diese Methode liefert das Eisenoxyd auf Milligramme genau, so dass man jedenfalls auf 0,5 Proz. sicher ist. Enthält das Eisen Phosphor, so entweicht dieser beim Lösen in Salzsäure grösstenteils als Phosphorwasserstoff.. Wenn 0,1 Proz. mit bestimmt werden, so macht dies nicht viel aus:

0,3000 g Eisen mit 0,1 Proz. P liefern 0,4292 g Fe_2O_3,
0,3000 „ reines Eisen „ 0,4288 „ Fe_2O_3.

Der Unterschied kommt praktisch nicht in Betracht.

Die anderen das Eisen begleitenden Stoffe (C, Si, S) werden nicht mitbestimmt.

---

1) Zudem lässt das A. etwas zu wenig Jodkalium zusetzen, nämlich 2,0 g statt 3,0 g.

2. Reduziertes Eisen.

„0,3 g Eisen, 1,5 g Jod zu 100 ccm; 50 ccm sollen nicht mehr als 10,3 ccm $^{1}/_{10}$ n.-$S_2O_3Na_2$-Lösung brauchen.“

Die erreichbare Genauigkeit ist:

Einem Verbrauch von	10,3 ccm	entsprechen	90,90	Proz.	Fe,
„ „ „	10,2 „	„	91,55	„	„

Einer Differenz von 0,1 ccm entspricht somit $^{1}/_{2}$ Proz. Eisen.

Berücksichtigt man die oben beim gepulverten Eisen erwähnten Umstände sowie die von mehreren Seiten (neuerdings von MARQUART[1]) hervorgehobene Unsicherheit der Methode, welche darin liegt, dass man nicht weiss, wann alles Eisen reagiert hat, so wird man kaum ein sicheres Resultat erwarten können. Auch hier führt die gewichtsanalytische Bestimmung zu besserem Ergebnis: Man behandelt 0,2000 g in 50 ccm H_2O mit 1,4 g Quecksilberchlorid unter Durchleiten von Wasserstoff 20′ auf dem Wasserbade. Nach dem Erkalten filtriert man, wäscht aus, macht das Filtrat salzsauer und fällt das Quecksilber mit Schwefelwasserstoff. Im Filtrat wird das Eisen oxydiert und mit Ammoniak gefällt. Es muss allerdings dreimal filtriert werden, aber die Operationen sind einfach.

3. Bestimmung von Eisen bei Gegenwart organischer Substanz.

Bei einigen Eisenpräparaten muss in Gegenwart von organischer Substanz mit Permanganat oxydiert werden, was keine angenehme Operation ist. Ausserdem kann die organische Substanz dreiwertiges Eisen wieder reduzieren. Es wäre auch hier vorzuziehen, gewichtsanalytisch zu verfahren: Man löst in Wasser, fügt Ammoniumchlorid und Schwefelammonium hinzu, lässt einen Tag stehen, filtriert das Schwefeleisen ab, wäscht es mit Wasser, dem etwas Chlor- und Schwefelammonium zugefügt ist, löst es feucht in verdünnter Salzsäure, wäscht das Filter aus, vertreibt den Schwefelwasserstoff durch Erwärmen, oxydiert und fällt mit Ammoniak. Die Arbeiten sind wieder einfach und das Resultat genau.

4. Entwässertes Ferrosulfat.

„0,2 g sollen mindestens 10,8 ccm $^{1}/_{10}$ n.-$S_2O_3Na_2$-Lösung brauchen.“

10,8 ccm	entsprechen	82,0	Proz.	$FeSO_4$,
10,9 „	„	82,7	„	„

Hier würde das Resultat genauer durch Verwendung von 0,5 g Salz. Aber es ist ebenso genau und einfacher, zu oxydieren und mit Ammoniak zu fällen etc.

Beim Eisensalmiak führt die massanalytische Methode zu genauem Resultat:

4,4 ccm	$^{1}/_{10}$ n.-$S_2O_3Na_2$	entsprechen	2,46	Proz.	Eisen,
4,6 „	„	„	2,57	„	„

5. Jod.

Das A. schreibt: „0,2 g sollen mindestens 15,6 ccm $^{1}/_{10}$ n.-$S_2O_3Na_2$-Lösung verbrauchen.“ Berechnet sind für 0,2 g reines Jod 15,77 ccm. Dieser Differenz von 0,17 ccm entspricht 1 Proz. Fremdkörper. Den qualitativen Reaktionen zufolge, welche das A. ausführen lässt (es wird völlige

1) Ber. Deutsch. Pharm. Ges. 1903, 308.

Flüchtigkeit, Abwesenheit von Jodcyan verlangt, und es werden nur geringe Mengen Chlor oder Brom zugelassen), kann dieses eine Prozent bestehen aus Wasser, bezw. etwas Chlor oder Brom. Aber es verbraucht Jod, das die letzteren enthält, mehr Thiosulfat als reines Jod, da man es in Jodkalium löst und das als Chlorjod vorhandene Chlor aus diesem Jod frei macht: $ClJ + KJ = KCl + J_2$.

0,2 g Jod mit 1 Proz. ClJ oder 0,22 Proz. Cl verbrauch. 15,85 ccm $^1/_{10}$ n.-$S_2O_3Na_2$,
„ „ „ „ 5 Proz. ClJ oder 1,1 „ „ „ 16,2 „ „

Man wird demgemäss, wenn das Jod trocken ist, bei einem Gehalt desselben an Chlorjod mehr Thiosulfat brauchen, als das A. vorschreibt, und demgemäss ein wenig reines Jod als ein sehr gutes ansehen. Aber auch ein chlorhaltiges und zugleich feuchtes Jod könnte, so geprüft, noch als ein gutes erscheinen. Es müsste verlangt werden, dass auch nicht mehr als 15,75 ccm verbraucht werden bei vorher über Chlorcalcium getrocknetem Jod. Ausserdem würde die Bestimmung etwas genauer durch Anwendung von 0,4 oder 0,5 g Jod.

0,5 g reines Jod	verbrauchen	39,4	ccm	$^1/_{10}$ n.-$S_2O_3Na_2$
0,5 g Jod mit 0,22 Proz. Cl	„	39,6	„	„
0,5 g Jod mit 1 Proz. H_2O	„	39,0	„	„

Ein ganz zuverlässiges Resultat ist aber auch so nicht zu erwarten. Gewichtsanalytisch zu verfahren (mit wenig schwefliger Säure reduziert, dann Silbernitrat und viel Salpetersäure), gibt bei Gegenwart von Chlor kein besseres Ergebnis:

0,2000 g reines Jod	liefern	0,3702	g	AgJ
0,2000 g Jod mit 0,22 Proz. Cl	„	0,3710	„	„
0,2000 g Jod mit 0,5 „ „	„	0,3723	„	„
0,2000 g Jod mit 1 Proz. H_2O	„	0,3665	„	„

So zu verfahren, hätte nur den Vorteil, dass man von den Lösungen und den Gefässen unabhängig ist. Man müsste etwa verlangen, dass 0,2000 g getrocknetes Jod 0,368 bis 0,371 g Halogensilber liefern.

6. Lithiumkarbonat.

Das D. A. sagt: „0,5 g (bei 100° getrocknet) sollen nicht weniger als 13,4 ccm n-Säure verbrauchen."

Reines Lithiumkarbonat und die als Begleitkörper in Betracht kommenden Karbonate brauchen:

0,5 g Li_2CO_3	13,5	ccm	n-Säure
„ Na_2CO_3	9,4	„	„
„ $CaCO_3$	10,0	„	„
„ $MgCO_3$	11,9	„	„
„ $5MgCO_3 \cdot 2MgO \cdot 8H_2O$	10,8	„	„

Die Wirkung der Gegenwart von Soda und Magnesiumkarbonat auf die Anzahl verbrauchter ccm ist folgende:

0,5 g Li_2CO_3	mit	1 Proz.	$MgCO_3$	verbr.	13,48	ccm	n-Säure,
„	„	10 „	bas- Mgkarb.	„	13,25	„	„
„	„	10 „	$MgCO_3$	„	13,35	„	„
„	„	10 „	Na_2CO_3	„	13,20	„	„

Demnach wird eine Beimengung von beinahe 10 Proz. neutralem oder 5 Proz. basischem Magnesiumkarbonat auf diese Weise nicht mit Sicherheit erkannt. Hier sind qnalitative Reaktionen vorzuziehen.

7. Natriumkarbonat + $10H_2O$.

„1,0 g soll nicht weniger als 7 ccm n-Säure brauchen.“ Dies ist die berechnete Menge. Wenn mehr gefunden wird, so müssen andere Karbonate da sein, etwa Kaliumkarbonat; wird weniger gefunden, so kann dies von Chlorid oder Sulfat herrühren, indessen drückt 1 Proz. davon die Menge n-Säure nur auf 6,9 ccm herab. Hier sind qualitative Reaktionen weit schärfer.

Es müsste 1. das „nicht weniger“ gestrichen werden und 2. die Menge der zu titrierenden Soda auf 5,0 g erhöht werden, damit die Titration genauer wird.

8. Kaliumkarbonat.

„1,0 g soll mindestens 13,7 ccm n-Säure verbrauchen.“ Für reines Karbonat sind 14,5 ccm berechnet. Jenen 13,7 ccm entspricht ein Karbonat von 94,7 Proz. 0,8 ccm n-Säure machen also schon etwa 5 Proz. aus. Hier ist die Menge der Pottasche zu verdreifachen:

3,0 g reines	Karbonat brauchen	43,5 ccm	n-Säure
3,0 g 94,7 prozentiges „	„	41,1 „	„

2,4 ccm entsprechen dann 5 Proz. Fremdkörper.

Indessen erhöht wasserfreie Soda die Anzahl verbrauchter ccm Säure. Um ein sicheres Resultat zu erhalten muss man einerseits titrieren und andererseits das Kalium bestimmen, etwa als Kaliumplatinchlorid.

8. Herr P. SIEDLER-Berlin: **Zur Prüfung von Santalol, Sandelholzöl und verwandten Ölen.**

Der Vortragende berichtet zunächst über die Klassifikation der Sandelholzöle hinsichtlich ihrer botanisch-geographischen Abstammung und gibt darauf einen historischen Rückblick über die bisherigen chemischen Forschungen. Aus diesen geht hervor, dass das ostindische Sandelholzöl folgende Bestandteile enthält: 1. Als Hauptbestandteil einen aus zwei wahrscheinlich isomeren Sesquiterpenalkoholen bestehenden Körper, das Santalol, von der Zusammensetzung $C_{15}H_{24}O$; 2. Santalen, ein Gemisch zweier isomerer Sesquiterpene der Formel $C_{15}H_{24}$; 3. Teresantalsäure, eine kristallinische Säure der Formel $C_{10}H_{14}O_2$; 4. Santalensäure, eine flüssige Säure der Zusammensetzung $C_{15}H_{24}O_2$; 5. Santen, einen Kohlenwasserstoff der Formel C_9H_{14}; 6. Santalal, ein Aldehyd, und 7. Santalon, ein Keton der Formel $C_{11}H_{16}O$, isomer, aber nicht identisch mit Jasmon; 8. geringe Mengen einer dritten, noch nicht näher charakterisierten Säure, ferner Spuren von Phenolen, fruchtartig riechenden Substanzen und wahrscheinlich auch Borneol.

Es wird nun des weiteren über die bisherigen, nur geringen pharmakologischen und physiologischen Literaturangaben über das Öl berichtet, worauf der Vortragende einige von ihm mit Dr. WÖRNER in der chemischen Fabrik von J. D. RIEDEL (Berlin) angestellte Tierversuche bespricht, aus denen hervorgeht, dass hinsichtlich der Giftigkeit bei ostindischem, westindischem und afrikanischem Sandelöl, Santalol und hinsichtlich des Verlaufs der Sandelöldestillation ein Unterschied kaum besteht. Klinische Untersuchungen haben aber ergeben, dass als der wirksamste Bestandteil des ostindischen Sandelholzöls ohne Zweifel das Santalol anzusehen ist, dessen Aufnahme an Stelle des

Sandelholzöls in die nächste Ausgabe des Arzneibuchs der Vortragende dringend empfiehlt, und zu dessen Charakterisierung er folgende Angaben macht:

Santalol sei eine dicke, farblose, geruchlose oder nur sehr schwach nach Sandelholz riechende Flüssigkeit, welche bei 15° ein spezifisches Gewicht von mindestens 0,98 besitzt, in 4 Teilen 70 vol.-prozentigen Alkohols löslich ist und im 10 mm-Rohre den polarisierten Lichtstrahl um 18 bis 19° nach links ablenkt.

Löst man 5 g Santalol in einem mit Steigerohr versehenen Kölbchen in 10 ccm absoluten Alkohols und versetzt die Lösung mit einem Tropfen Phenolphthalein, so muss auf Zusatz von einem Tropfen n/2 alkohol. Kalilauge eine Rotfärbung eintreten, die im Laufe einer halben Stunde nicht wieder verschwinden darf.

Versetzt man dieses Gemisch alsdann mit so viel n/2 alkoholischer Kalilauge, dass von dieser im ganzen 10 ccm verbraucht werden, kocht die Lösung eine Stunde lang und titriert mit n/2-Salzsäure, so dürfen von dieser nicht weniger als 9,7 ccm verbraucht werden. (Verseifungszahl nicht über 1,68.)

Vermischt man 10 g Santalol in einem mit Steigerohr versehenen Kölbchen mit einem gleichen Volumen Essigsäureanhydrid und 1 g Natrium acetium bifusum, erhitzt $1\frac{1}{4}$ Stunden lang auf dem Dampfbade, lässt erkalten, fügt ca. 5 ccm Wasser hinzu und erhitzt eine Viertelstunde auf dem Dampfbade, um das überschüssige Essigsäureanhydrid zu ersetzen, lässt erkalten und schüttelt das acetylierte Produkt im Scheidetrichter zuerst mit Wasser, dann mit Sodalösung bis zur schwach alkalischen Reaktion des ablaufenden Wassers und schliesslich mit reinem Wasser bis zur neutralen Reaktion aus und entwässert das acetylierte Produkt mit wasserfreiem Natriumsulfat, so erhält man ein acetyliertes Öl, von dem man 3 g mit 40 ccm n/2 alkoholischer Kalilauge in einem mit Steigerohr versehenen Kölbchen eine Stunde im Sieden erhält, alsdann erkalten lässt und mit n/2-Salzsäure unter Anwendung von Phenolphthalein bis zur Neutralisation titriert. Hierzu sollen mindestens 17 bis 18 ccm n/2 - Salzsäure erforderlich sein (Acetylverseifungszahl nicht unter 214,66).

Die Hauptmenge des Santalols geht im Siedekölbchen bei Temperaturen von 302 - 306° über. —

Zur Prüfung des ostindischen Sandelholzöls wünscht Vortragender ausser den bisher berücksichtigten Konstanten auch die Säurezahl, die Verseifungszahl, die Esterzahl und die Acetylverseifungszahl herangezogen zu sehen. Er hat im Verein mit Dr. PETER und Dr. DONSELT eine Reihe von 36 Handelspräparaten untersucht; aus den Resultaten ist Folgendes hervorzuheben: 1. Farbe und Geruch. Die Farbe guten Öls sei nur schwach gelblich, der Geruch schwach nach Sandelholz und dabei entfernt an Kautschuk oder Juchten erinnernd. Mit überhitztem Dampf destilliertes Öl riecht brenzlich, afrikanisches Öl ist grünlich bis bräunlichgelb und riecht aromatisch, aber nicht nach Sandelholz. Westindisches Öl, Cedernöl, Gurjunbalsamöl und Copaivaöl besitzen spezifische Gerüche. 2. Spezifisches Gewicht. Gute Öle zeigten spezifische Gewichte von 0,975—0,978, ein geringeres spezifisches Gewicht lässt auf mangelhafte Darstellung, resp. auf Verfälschung schliessen, ein höheres spezifisches Gewicht bei gleichzeitig hoher Säurezahl und hoher Verseifungszahl auf altes, verharztes oder brenzliches Öl. Afrikanisches Öl besass ein spezifisches Gewicht von 0,934—0,941, westindisches von 0,944—0,964, Cedernholzöl 0,941—0,972, Gurjunbalsamöl von 0,931—0,933, Copaivaöl von 0,918—0,962. 3. Optisches Verhalten. Gutes ostindisches Sandelholzöl drehte im 100 mm Rohre um 17,0 bis 18,2° nach links, alte Öle besassen in zwei Fällen das geringe Drehungsvermögen von — 15,2 bis — 16,3°, mit überhitztem Dampf destilliertes

Öl drehte — 18,1 °, Macassaröl — 15,2 °, der Vorlauf der Destillation von ostindischem Öl — 19,1, resp. — 21,2 °. Afrikanisches Öl besass den hohen Drehungswinkel von — 37,2 bis — 39,0 °, während westindisches ganz verschiedene Zahlen ergab, nämlich + 1,8, + 2,2, + 26,1 ° und in einem Falle sogar — 2,3 °, entgegen der Literatur, welche + 24 und + 29 ° angibt, Cedernöl drehte nur — 42,2 ° bis — 44,3 °, Gurjunöl um — 82,2 bis — 86,3, Copaivaöl um — 86,2 °. Die Löslichkeit in 70 vol.-prozentigem Alkohol vollzieht sich bei guten Ölen in 4—5 Teilen. Mangelhaft dargestellte oder mit westindischem Öl, resp. Cedernöl, Gurjun- oder Copaivaöl gefälschte Öle lösen sich in 70 vol.-prozentigem Alkohol wenig oder gar nicht. Die Säurezahl betrug bei guten Ölen 0,28 bis 2,8, bei alten Ölen bis über 6, bei überhitztem Öl bis über 7. Eine sehr geringe Säurezahl besassen westindisches Öl, Cedern-, Gurjun- und Copaivaöl, in je einem Falle waren die letztgenannten Öle sogar säurefrei. Die Verseifungszahl betrug bei gutem Öl 1,68 bis 7,28, bei altem Öl bis 12,88, bei überhitztem Öl 14, während afrikanisches Öl die Zahlen 0,56, resp. 2,24, westindisches 1,68 bis 26,88 zeigte, Cedernöl 1,12 bis 6,72, Gurjunöl 1,12, resp. 5,6, Copaivaöl 1,12—2,00. Die Esterzahl betrug bei guten Ölen 1,56—5,04, bei alten Ölen bis 6,72. Die Acetylverseifungszahl guter Öle betrug 197,86 bis 209,06, afrikanisches Öl, westindisches, sowie die übrigen genannten Öle zeigten nur Acetylverseifungszahlen von 12,14 bis 51,34. Der Siedepunkt, d. h. die Temperatur, bei welcher die Hauptmenge des Öls destilliert, lag bei gutem Öl bei 299—305 °, bei westindischem Öl bei 278—302 °, bei Cedernöl, Gurjunbalsamöl und Copaivaöl bei 260 bis 280 °.

Von einem guten ostindischen Sandelholzöl verlangt der Vortragende nach allem eine nur schwache gelbliche Färbung, nur schwachen sandelholzartigen Geruch, ein spezifisches Gewicht von 0,975—0,985, eine Drehung von — 17 bis — 19 °, Löslichkeit in höchstens 5 Teilen 70 volumprozentigen Alkohols, Säurezahl höchstens bis 2,75, Verseifungszahl nicht über 7,5, Esterzahl nicht über 5, Acetylverseifungszahl mindestens 177 und Siedetemperatur 297—305 (bei 760 mm).

Ausdrücklich betont der Vortragende, dass den Zahlen eine für alle Fälle beweisende Kraft nicht zukommt, dass vielmehr der selbständige Analytiker auch bei Abweichungen seine Schlüsse zu ziehen in der Lage sein müsse.

Zum Schluss teilt der Vortragende noch ein

Verfahren zur Untersuchung des Gonosans

mit, welches darauf beruht, dass das Sandelholzöl des Gonosans mit Wasserdämpfen flüchtig ist, während die Harze im Destillierkolben zurückbleiben. Man vermischt beispielsweise 10 g Gonosan in einem 500 ccm fassenden Kolben mit ca. 250 ccm Kochsalzlösung und leitet durch das Gemisch 4 bis 5 Stunden lang Wasserdampf. Das Destillat wird mit Kochsalz gesättigt, zunächst im Scheidetrichter getrennt und dann durch Ausschütteln mit Äther von den letzten Resten des Öls befreit.

Das Öl geht bei dem Verfahren quantitativ über und kann auch bis zu einem gewissen Grade qualitativ mit Erfolg geprüft werden. Das im Kolbeninhalt zurückbleibende Harzgemisch wird mit Äther extrahiert, worauf man den Ätherauszug eindeckt und das Harz durch Geruch, Geschmack und die in Berührung mit konzentrierter Schwefelsäure auftretende blutrote Färbung identifiziert.

Die Methode ist besonders brauchbar, wenn es sich um die Feststellung von Fälschungen handelt, denen das von J. D. Riedel eingeführte Antigonorrhoicum besonders in Russland unterliegt.

9. Herr S. AUFRECHT-Berlin: **Über Fortschritte in der Ernährungstherapie vom Standpunkte der Chemie.**

---

3. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr G. KASSNER-Münster i. W.

Zahl der Teilnehmer: 30.

10. Herr G. FUCHS-Biebrich a. Rh.: **Über eine Gruppe therapeutisch wirksamer Säureamide.**

Nach gemeinschaftlich mit dem Psychiater Herrn Professor Dr. ERNST SCHULTZE-Bonn in der Münch. med. Wochenschr., Heft 25, veröffentlichten theoretischen Erwägungen sind in unseren Schlafmitteln die an ein C-Atom geketteten Halogene Cl. und Brom oder die an ein C-Atom geketteten Aethyl-, bezw. Propylgruppen die Träger des spezifisch hypnotischen Effekts. Für die Auslösung des gesamten physiologischen Vorgangs ist nach meiner persönlichen Ansicht indessen noch ein weiterer Faktor erforderlich, der die Affinität, d. i. die physikalisch-chemische Verwandtschaft zum Grosshirnrindengewebe vermittelt. Als diesen spreche ich die Hydroxylgruppe an, die auch in anderen Arzneistoffen, wie Morphin, Chinin etc., eine wichtige Rolle spielt. Chloralhydrat, Isopral, Paraldehyd, Amylenhydrat enthalten Hydroxylgruppen. Von den Sulfonen sind nach BAUMANN und KAST nur diejenigen wirksam, die im Organismus durch den Stoffwechsel umgewandelt werden. Da nun dieselben als Sulfosäuren im Harn ausgeschieden werden, so ist die Annahme einer im Organismus intermediär gebildeten Hydroxylverbindung nicht von der Hand zu weisen. Ebenso kann man vom Veronal annehmen, dass es im Organismus in alkalischer Lösung in der tautomeren Form

$$\begin{matrix} C_2H_5 \diagdown & & \diagup CON \diagdown\diagdown & \\ & C & & COH \\ C_2H_5 \diagup & & \diagdown CONH \diagup & \end{matrix}$$

zur Wirkung gelangt. Das über die Sulfone und das Veronal Gesagte ist indessen lediglich Hypothese, doch gewinnt dieselbe dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass die physiologisch fast unwirksamen Ketone, Methylaethylketon, Methylpropylketon, Diaethylketon etc., durch Überführung in die entsprechenden Oxime, wodurch ohne sonstige wesentliche Änderung der Konstitution der Ketonsauerstoff durch die Hydroxyl enthaltende Oximidogruppe ersetzt wird, zu äusserst wirksamen Schlafmitteln werden, die aber ihrer Nebenwirkungen wegen für die Verwendung am Menschen unbrauchbar sind.

In der Annahme, dass nach der Resorption in der alkalischen Blutbahn den disubsituierten Säureamiden die von den Imidoäthern abgeleitete tautomere Formel

$$\begin{matrix} R \diagdown & & & & \diagup\diagup NH \\ & C - H - C & & & \\ R \diagup & & & & \diagdown OH \end{matrix}$$

zugesprochen werden müsse, wurden Diaethylacetamid und Dipropylacetamid an Tieren geprüft, und es ergab sich, dass dem ersten schwache, dem zweiten

starke hypnotische Wirkung zukommt. Um die Wirkung noch zu erhöhen, wurden erst die Amidwasserstoffe des Dipropylacetamids durch ein und zwei Aethylreste ersetzt, wodurch das ursprünglich hypnotisch wirkende Amid zu Krampfgiften umgewandelt wurde, was nach der Veröffentlichung von NEBELTHAU auch erwartet worden war. Das Dipropylacetbromamid war dagegen völlig wirkungslos.

Es wurden deshalb

$$\left.\begin{matrix}Br\\C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\rangle C - C \left\langle\begin{matrix}NH\\OH\end{matrix}\right. \quad \text{Bromdiaethylacetamid,}$$

$$\left.\begin{matrix}Br\\C_2H_5\\C_3H_7\end{matrix}\right\rangle C - C \left\langle\begin{matrix}NH\\OH\end{matrix}\right. \quad \text{Bromaethylpropylacetamid,}$$

$$\left.\begin{matrix}Br\\C_3H_7\\C_3H_7\end{matrix}\right\rangle C - C \left\langle\begin{matrix}NH\\CH\end{matrix}\right. \quad \text{Bromdipropylacetamid}$$

dargestellt und am Tier auf hypnotischen Effekt geprüft. Es ergab sich, dass das Bromdiaethylacetamid am besten wirkt, und dasselbe wird deshalb unter dem Namen „Neuronal" von der Firma Kalle u. Co. in den Handel gebracht.

Zur Darstellung des Neuronals wird die Diaethylessigsäure mit Phosphorpentachlorid in das Diaethylacetylchlorid übergeführt. Durch allmählichen Zusatz von 1 Molekül Brom entsteht das Bromdiaethylacetylchlorid, das durch fraktionierte Destillation gereinigt und mit wässrigem Ammoniak in das Bromdiaethylacetamid übergeführt wird.

Das Neuronal ist ein kristallinischer Körper, der bei 66—67 ^{0} C. ohne Zersetzung schmilzt und in Äther, Benzol, Alkohol sowie anderen organischen Lösungsmitteln leicht löslich ist. Es löst sich im Verhältnis 1 : 115 in Wasser von Zimmertemperatur und besitzt schwach saure Reaktion.

Nach den klinischen Versuchen von SIEBERT und BECKER besitzt das Neuronal hervorragende hypnotische Wirkung, ohne Nebenwirkungen wie Benommenheit, motorische Unruhe, kumulative Wirkung zu hinterlassen. Auch bei epileptischen Anfällen scheint es sich infolge seines Bromgehaltes (40 Proz.) zu bewähren, wie es auch bei Kopfschmerz, hauptsächlich epileptischem Kopfweh, mit ausgezeichnetem Erfolg Anwendung gefunden hat. Hierdurch besitzt das Neuronal vor den anderen Schlafmitteln besondere Vorzüge.

Diskussion. Herr F. GOLDMANN-Berlin: Während kein Anlass vorliegt, auf das Indikationsgebiet und die dort gesammelten Erfahrungen näher einzugehen, möchte ich hier auf einen Gegensatz hinweisen, der in therapeutischer Hinsicht zwischen denjenigen hypnotischen Mitteln besteht, die im Organismus vollständig zersetzt werden, und solchen, die, nur zum Teil zersetzt, im Harne in der ursprünglichen Form wiedererscheinen. Da der Herr Kollege FUCHS im Verlaufe seines Vortrages die Mittel Neuronal, Hedonal, Sulfonal und Veronal nannte, so möchte ich diese in zwei Gruppen getrennt hier anführen. Vom Hedonal ist bekannt, dass es vollständig verbrannt wird, vom Neuronal wird — worüber wir sicherlich eine Aufklärung noch erwarten dürfen — der grösste Teil verbrannt. Anders ist dies bei den schwer löslichen Disulfonen

und dem Veronal. Von den ersteren sind mir Zahlen des unverändert ausgeschiedenen Körpers nicht gegenwärtig, vom Veronal aber ist bekannt, dass mindestens 70 Proz. der Substanz aus dem Harn wieder gewonnen werden können. A priori sollte man daher von der zweiten Gruppe einen geringeren schlafmachenden Effekt erwarten als von der ersten. Aber gerade das Gegenteil ist der Fall: hier eine exquisitive Wirkung nach relativ niedrigen Dosen, dort eine solche erst nach mindestens doppelt so starken Einzelgaben.

Nach den Darlegungen des Vortragenden und diesen Erwägungen drängt sich die Frage auf, ob die Wirkung abhängig ist und die „Quantität“ derselben bedingt wird durch diejenige Menge der Substanz, die zerlegt wird, oder ob auch ein Teil der Substanz als solche wirkt, d. h. ohne im Organismus eine Veränderung erfahren zu haben. Gerade beim Veronal und auch beim Sulfonal ist Grund gegeben, hieran zu denken, da nicht anzunehmen ist, dass der Organismus die Substanzen zunächst zerlegt, um sie dann wieder zu regenerieren und in der ursprünglichen Form im Organismus wieder auftreten zu lassen. Es eröffnet sich daher für den Forscher eine weitgehende Perspektive; denn wenn die intermediär gebildeten Stoffe diejenigen sind, welche den therap. Effekt hervorrufen, so würde es sich lediglich darum handeln, dieselben zu isolieren, um sie dann als die idealen Träger der hypnot. Wirksamkeit zu verwenden.

Herr F. Zernik-Steglitz bemerkt, dass nach seinen Beobachtungen Neuronal bereits in der Kälte und schon mit Spuren von Ätzalkali Cyanwasserstoff abspaltet. Nimmt man die Reaktion in der Wärme vor, so erhält man aus 1 g Neuronal rund 0,1 g HCN. Die Ätzalkalien wirken auf Calcium- und Baryumhydroxyd, nicht aber Ammoniak und Alkalikarbonate. Ebenso tritt diese vom theoretischen Standpunkte aus hochinteressante Reaktion nach den angestellten Versuchen auch im Organismus nicht ein, vielmehr erfolgt dort die Zersetzung des Neuronals nach einer anderen Richtung.

Herr F. Goldmann-Berlin: Auf die Bemerkungen des Herrn Zernik erwidere ich, dass die Tierversuche noch lange nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen werden dürfen; auch ist es nicht zulässig, ein Schlafmittel, das doch für Kranke bestimmt ist, an gesunden, in voller Männerkraft strotzenden Menschen, wie Herrn Zernik, auf seine Brauchbarkeit zu erproben. In letzter Linie entscheidet die Klinik.

Ausserdem sprachen die Herren H. Kunz-Krause-Dresden, Thoms-Berlin und G. Kassner-Münster i. W.

11. Herr Karl Dieterich-Helfenberg: **Zur Wertbestimmung der Kautschuksorten.**

Der Vortragende weist in erster Linie darauf hin, dass bei dem ausserordentlich grossen Konsum an Kautschuk mehr und mehr die Notwendigkeit einer Wertbestimmung an denjenigen herantritt, welcher, wie der Vortragende in der Chemischen Fabrik Helfenberg, jährlich einige 1000 Kilo Para-Kautschuk verarbeitet. Die Notwendigkeit einer Wertbestimmung ist um so grösser, als im Handel ausser dem guten Para-Kautschuk zahlreiche afrikanische und andere minderwertige Sorten angeboten und oft auch für gute Sorten untergeschoben oder mit guten Sorten vermischt werden. Der Vortragende hat nun im Anschluss an seine früheren Mitteilungen über Kautschukbestimmungen im Kautschukpflaster eine grosse Anzahl von südamerikanischen, zentralamerikanischen, ost- und westafrikanischen, asiatischen und australischen Gummisorten untersucht, und zwar nicht nur im Rohzustand, sondern auch in der gereinigten Form der Platten und Felle. Es kamen aber lediglich unvulkanisierte Kautschuksorten zur Untersuchung. Die Methode, welche Vortragender anwandte, ist die.

welche er früher schon auf Kautschukpflaster anwandte, und zwar die Nitrosit-Methode, welche sich auf die Arbeiten von Harries stützt. Der Vortragende hat bei allen diesen Untersuchungen von vorn herein darauf aufmerksam gemacht, dass man bei Kautschuk-Untersuchungen in Rücksicht auf die verschiedene Zusammensetzung individualisieren muss, und hat ausserdem gefunden, dass von allen Lösungsmitteln und Mischungen dieser Benzol in den meisten Fällen das geeignetste Mittel ist, um für die Nitrositbestimmung eine Kautschuklösung zu erzielen. Es muss unter allen Umständen die langwierige und oft unmögliche Filtration vermieden werden. Auch von Alkoholfällung sieht Vortragender wegen der ungleichmässig zusammengesetzten Fällung ab. Das Nitrosit-Verfahren, welches auf die betreffenden zahlreichen Kautschuksorten angewandt wurde, ist folgendes:

Etwa 1 g Kautschuk wird in ca. 100 ccm Benzol gelöst. In diese Lösung wird Salpetrigsäuregas eingeleitet. Dazu wird 1 Teil Stärke, 2 Teile arsenige Säure und Salpetersäure vom sp. G. 1,35 verwandt. Die mit N_2O_3 gesättigte Lösung lässt man alsdann einige Stunden stehen, bis das Nitrosit nicht mehr klebrig ist, sondern einen festeren Habitus angenommen hat. Den Niederschlag bringt man auf ein gewogenes Filter, wäscht ihn zunächst gut mit Benzol, dann mit Äther aus. Das Filter samt Nitrosit trocknet man im Vakuum über Schwefelsäure bis zum konstanten Gewicht. Die Wägungen des Filters führt man am besten in Wägegläschen aus. Aus der Differenz der Wägungen erhält man die Menge des Nitrosits. Zur Kontrolle löst man den Niederschlag in Aceton. Etwa ungelöst bleibender Rückstand muss bei 100 Grad getrocknet und gewogen und von der erhaltenen Nitrositmenge in Abzug gebracht werden.

Aus der Menge Nitrosit berechnet man nach folgender Gleichung den Kautschuk:

$$\underset{=289}{C_{10}H_{15}N_3O_7} : \underset{=136}{C_{10}H_{16}} = \text{gef. Menge Nitrosit} : x.$$

Bei sehr unreinen Kautschuksorten wurden 12—15 g in der entsprechenden Menge Benzol gelöst und dann zur Analyse aliquote Teile verwendet. Da sich der unlösliche Rückstand bei sehr unreinen Kautschuksorten durch Unmöglichkeit der Filtration etc. vorläufig auf keine Weise ordentlich bestimmen liess, haben wir später 1—1,5 g einer guten Durchschnittsprobe abgewogen, gelöst und dann sofort eingeleitet. Der unlösliche Rückstand blieb dann zurück, wenn das Nitrosit in Aceton gelöst wurde, und wurde auf diese Weise indirekt bestimmt.

Neben dieser Nitrositmethode wurde auch die Webersche Nitromethode in mehreren Fällen angewandt (vergl. hierzu Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 1903, 3103). Der nach Weber erhaltene Nitrokörper wird durch die empirische Formel $C_{10}H_{16}N_2O_4$ ausgedrückt. Der Vortragende hat mit der Nitromethode, soweit seine bisherigen Erfahrungen reichen, keine sehr guten Erfahrungen gemacht, da in vielen Fällen über 100 Proz. Kautschuk erhalten wurden. Meistens lagen die Zahlen der Weberschen Methode über denen der Nitrositmethode. Allerdings ist für die Ausführung mehrerer Bestimmungen die Nitromethode bequemer auszuführen. Die zahlreichen Analysen sind in der Originalarbeit in einer grossen Tabelle zusammengefasst und hierbei nicht nur die betreffenden Mengen des Rein-Kautschuks angegeben, sondern auch der Gesamt-Kautschuk berechnet, welcher vor der Reinigung mit Aceton aus der Nitrositfällung erhalten wurde. Nach der Ansicht des Vortragenden ist mit den Bestimmungen des Rein-Kautschukgehaltes die Besimmung des Harzes, der Asche und der wie bisher üblichen sonstigen

Bestandteile unnötig, da der Rein-Kautschukgehalt auf die Güte der betreffenden Kautschuksorte einen unmittelbaren Schluss zuzulassen scheint. Aus den zahlreichen Untersuchungen schliesst Vortragender Folgendes:

Die besten südamerikanischen Para-Kautschuksorten zeigen in rohem Zustande einen Gehalt von rund bis zu 90 Proz. Rein-Kautschuk. Werden diese Roh-Kautschuksorten nun der bekannten Reinigung unterworfen, so steigt mit der Abnahme der Unreinigkeiten der Gehalt an Rein-Kautschuk. Die diesbezüglichen Analysen erweisen diese Behauptung ohne weiteres. Ein aus diesem Para-Roh-Kautschuk hergestelltes Para-Fell, Para-Platte und endlich Para-Patentgummi zeigen einen steigenden Gehalt von Rein-Kautschuk bis zu 98 Proz. Bekanntlich ist der Patentgummi der reinste Gummi, der nur noch Kleinigkeiten von Asche und wenige Prozente Harz enthält. Mit diesen Erfahrungen stimmt der Gehalt von 98 Proz. Rein-Kautschuk gut überein. Mit der Abnahme der Güte des Para-Kautschuks kommt man zu den minderwertigen Parasorten, welche als Entrefine, Negrohead, Sernamby, weiterhin als Peruvian-, Bolivian-, Para-Mattogrosso, Parablanc u. s. w. bezeichnet werden. Ebenso, wie diese Kautschuksorten in praxi sich als minderwertig erwiesen haben, und wie ihr Preis ein geringerer ist, geht auch der Gehalt an Rein-Kautschuk und der Gehalt an Nicht-Kautschukteilen zurück. Auch hier gehen wiederum die Analyse und die Befunde an Rein-Kautschuk mit den Erfahrungen der Praxis und dem Preis Hand in Hand. Gegenüber den guten südamerikanischen Kautschuksorten bleiben nun die afrikanischen Roh-Gummisorten in ihrem Gehalt an Rein-Kautschuk zurück. Diese Sorten sind ja bekanntlich auch im Preis und in der praktischen Verwertbarkelt längst nicht so wertvoll wie der Para-Kautschuk. Auch hier stimmt wiederum der geringe Gehalt an Rein-Kautschuk — derselbe geht zum Teil bis 70 Proz. — mit den Erfahrungen der Praxis überein. Werden diese afrikanischen Kautschuksorten gereinigt, so steigt auch hier wiederum der Gehalt an Rein-Kautschuk. Um die Methode nun auch an Vermischungen von gutem Para- und schlechtem Congo-Kautschuk zu probieren, wurde Para von über 90 Proz. und Congo von unter 80 Proz. Rein-Kautschukgehalt zu gleichen Teilen vermischt und analysiert. Es ergab sich genau die analytische Menge Rein-Gummi, wie aus der Mischung berechnet wurde, ein Beweis für die Verwertbarkeit der Nitrositmethode. Der Vortragende kommt auf Grund dieser zahlreichen Analysen zu dem Schluss, dass man von einem Roh-Para-Kautschuk 90 Proz. Rein-Kautschuk und von einem Para-Fell oder guter Para-Platte mindestens 95 Proz. und von einem guten Patent-Gummi- mindestens 98 Proz. Rein-Kautschuk verlangen kann. Es ist in dieser Arbeit also erwiesen, dass die Bestimmung des Rein-Kautschukgehaltes auf Grund des Nitrositverfahrens direkte Anhaltspunkte für die Wertbestimmung liefert und die gefundenen Rein-Kautschukmengen in direktem Zusammenhang mit der technischen Verwertbarkeit der betreffenden Sorten und ihrem Preis stehen.

Endlich verweist Vortragender noch auf die Arbeiten von Fendler (Berichte der Deutschen pharmazeutischen Gesellschaft 1904, Heft V) und berichtet darüber, dass die zwischen der Nitrosit- und der Fendlerschen Methode bisher gefundenen Unterschiede noch nicht vollkommen aufgeklärt seien, dass sie sich aber in erster Linie darauf zurückführen lassen, dass nach Fendler nicht der Gesamt-Rein-Kautschuk, sondern nur der Kautschuk-Kohlenwasserstoff bestimmt wird. Ob diese Bestimmung für die Wertbemessung der Sorten brauchbar ist, wird erst die Zukunft lehren müssen. Auch hat Fendler seine Untersuchungen bisher nur auf einige afrikanische Sorten, nicht aber auf die wertvollen südamerikanischen Sorten ausgedehnt.

Vortragender schliesst seine Mitteilungen mit dem Hinweis, dass mit diesen

Untersuchungen der Kautschuksorten die Analyse der Kautschuksorten längst nicht als vollkommen zu betrachten sei, dass sie aber wohl einen Anfang machen sollen, um erst eine Grundlage an Zahlenmaterial zu schaffen. Er betont noch, dass es notwendig ist, bei der verschiedenen Zusammensetzung der Kautschuksorten zu individualisieren und auch die Nitrositmethode dem betreffenden Rohmaterial unter Umständen anzupassen.

Diskussion. Herr G. FENDLER-Steglitz: Wie ich bereits früher in den Berichten der Deutsch. pharm. Ges. mitteilte, habe ich übereinstimmende Resultate mit den HARRIESschen und WEBERschen Methoden erhalten; ferner möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass die Bestimmung der unlöslichen Bestandteile des Kautschuks nach der Nitrositmethode unrichtige Resultate ergibt. Das Trocknen des Nitrosits wird zweckmässig bei 50° vorgenommen, bei höherer Temperatur explodiert es leicht. Die untersuchten afrikanischen Kautschuksorten hatten normales Aussehen.

12. Herr G. FENDLER-Steglitz: **Über das Verhalten des Kautschuks gegen einige Lösungsmittel und über Rohkautschukuntersuchung.**

Vortragender hat vor einiger Zeit[1]) eine Methode zur Rohkautschukuntersuchung veröffentlicht, welche in der Hauptsache auf der Fällung der durch Glaswolle filtrierten petrolätherischen Kautschuklösung mit Alkohol beruht.

Es hatte sich schon damals gezeigt, dass manche Kautschuksorten sich nur unvollkommen in Petroläther lösen, unter Hinterlassung eines kautschukartigen, stark gequollenen Rückstandes.

Bei weiteren Versuchen stellte sich heraus, dass dieser petrolätherunlösliche Anteil häufig in anderen Lösungsmitteln, wie Benzol oder Chloroform, zum Teil löslich ist.

Diese Umstände gaben Veranlassung, das Verhalten des Kautschuks gegen einige Lösungsmittel zu prüfen, was um so angebrachter erschien, als die Literaturangaben über die Löslichkeit des Kautschuks zum Teil ganz widersprechend lauten. So hat C. O. WEBER[2]), einer unserer besten Kautschukkenner, im Gegensatz zu anderen Autoren erst vor kurzem behauptet, dass Äther keine Spur Kautschuk löse. Diese Angabe ist vom Vortragenden als absolut irrig befunden worden, wie Tabelle I zeigt, in welcher die bei den Löslichkeitsversuchen erhaltenen Resultate niedergelegt sind.

Aus dieser Tabelle geht ferner hervor, dass es eine ganze Reihe von Kautschuksorten gibt, welche sich gegen die einzelnen Lösungsmittel verschieden verhalten, d. h. dass derselbe Kautschuk an einen Überschuss der verschiedenen Lösungsmittel nicht die gleiche Menge löslicher Anteile abgibt.

Über die Zusammensetzung der unlöslichen quellbaren Anteile des Kautschuks bestehen bisher gleichfalls nur widersprechende Angaben. Nach Ansicht des Vortragenden sind diese Anteile nicht bei allen Kautschuksorten gleicher Natur, ihre Unlöslichkeit dürfte teils auf einem hohen Sauerstoffgehalt beruhen, teils darauf, dass höhere Polymerisationsgrade des Kautschukkohlenwasserstoffs vorliegen. Es spielt hierbei voraussichtlich auch die Einwirkung der schwefligen Säure eine Rolle, welche nach HENRIQUES im Rauch der verbrennenden Nüsse der Urukuripalme enthalten ist.

Vorläufige Versuche des Vortragenden ergaben, dass petrolätherische Kautschuklösungen bei der Einwirkung schwefliger Säure gallertartig erstarren, und dass hierbei ein Teil des Kautschuks unlöslich wird.

Um Anhaltspunkte über die Verteilung des Sauerstoffs in den löslichen

---

1) Ber. d. Deutsch. Pharm. Ges. 1904. Heft V; Gummizeitung. 1904, No. 41—43

2) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. **33**, 779 ff.

und unlöslichen Anteilen der Kautschuksorten zu erhalten, wurde vom Vortragenden der Weg der Elementaranalyse beschritten. Tabelle II gibt die hierbei erhaltenen Resultate wieder. Es scheint aus denselben hervorzugehen, dass Petroläther im allgemeinen nur die sauerstoffärmsten Anteile des Kautschuks löst; man wird ihn mithin bis zu einem gewissen Grade für eine derartige Trennung verwenden können.

Es drängt sich ferner die Frage auf, wie die verschiedenen, zum Teil sehr stark sauerstoffhaltigen Kautschuksorten sich wohl bei der Behandlung nach der Nitrositmethode verhalten; denn wenn auch die sehr sauerstoffreichen Anteile nach dieser Methode als Reinkautschuk mit bestimmt werden, so ist der Wert dieser Methode für die Rohkautschukuntersuchung natürlich als ziemlich illusorisch zu betrachten.

Wie aus Tabelle III ersichtlich ist, werden in verschiedenen Fällen auch die stark sauerstoffhaltigen Anteile der Kautschuksorten nach der Nitrositmethode mitbestimmt.

Diese Methode ist daher mit einem gewissen Vorbehalt anzuwenden. Vortragender empfiehlt auf Grund der von ihn gemachten Beobachtungen für die orientierende Untersuchung des Rohkautschuks zunächst die Anwendung der von ihm beschriebenen Alkoholfällungsmethode unter Verwendung von Petroläther als Lösungsmittel. Bei schwer löslichen Kautschuksorten ist es angebracht, das Lösungsmittel statt 24 Stunden, wie zuerst angegeben, 3 Tage einwirken zu lassen.

Wenn der Kautschuk (abgesehen von heterogenen Bestandteilen) in Petroläther nur unvollständig löslich ist, so empfiehlt es sich, die Löslichkeit des gequollenen Anteils in Benzol zu ermitteln, sowie die äussere Beschaffenheit und den Sauerstoffgehalt der einzelnen Löslichkeitsfraktionen festzustellen. Die Nitrositmethode ist für die Rohkautschukuntersuchung entbehrlich und unsicher, sie ist nach Ansicht des Vortragenden nur bei der Analyse von vulkanisierten Kautschukwaren am Platze, wo man sich mit der Bestimmung der angewendeten Kautschuksubstanz begnügen und bei der Unzulänglichkeit unserer heutigen Methoden darauf verzichten muss, die Qualität des verwendeten Kautschuks festzustellen. Jedoch auch hier sind die Resultate, wie Esch[1]) gezeigt hat, mit Vorsicht aufzunehmen.

Diskussion. Herr K. Dieterich-Helfenberg: Ich weise besonders darauf hin, dass der Kautschuk ein so unregelmässig zusammengesetzter Rohstoff ist, dass sogar Weber, ein guter Kenner dieser Produkte, eine Unlöslichkeit in Äther fand, während ich, wie auch Fendler, die Löslichkeit in Äther konstatieren konnte. In Bezug auf die Lösungstabellen von Fendler möchte ich betonen, dass es sehr darauf ankommt, wie man löst. Ich habe zahlreiche Versuche anstellen lassen, die Kautschuksorten kalt, heiss, durch Schütteln, durch Druck, bei veränderter Temperatur, lange Zeit, kurze Zeit, durch Osmose-Diffusion etc. zu lösen, und überall und stets ist das Resultat ein anderes. Dass Kollege Fendler mit der Harriesschen Nitrositmethode nicht so gute Erfahrungen gemacht hat wie ich, ist eine Erfahrung, die sich bei Untersuchung einer grösseren Anzahl von Kautschuksorten vielleicht noch etwas verschieben dürfte. Ich habe schon früher gezeigt, dass man in Hart-Kautschukmischungen für Collemplastra die vorher zugesetzte Menge Kautschuk fast quantitativ nach der Nitrositmethode wiederfindet. Dasselbe gilt von den Mischungen von schlechtem afrikanischen und gutem Para-Kautschuk, wie ich vorher in meinem Vortrag ausführte. Wenn auch die Nitrositmethode noch nicht das Vollkommenste bedeutet, so ist sie doch relativ gut. Jedenfalls gehen wir,

1) Gummizeitung, 1904. No. 49, S. 989 ff.

Dr. FENDLER und ich, darin konform, dass die Menge des gefundenen Rein-Kautschuks für die Wertbestimmung von massgebender Bedeutung ist. Wenn ich vorher ausführte, dass mir für meine Zwecke die Bestimmung des Rein-Kautschuks genüge, so möchte ich betonen, dass ja die in meinen Tabellen angegebenen Unterschiede zwischen Rein-Nitrosit und Roh-Nitrosit ausserdem einen Schluss auf die Unreinigkeiten zulassen, und dass ausserdem ja durch die Bestimmung des Rein-Kautschuks indirekt die Bestimmung der wertlosen Teile in den Unreinigkeiten gegeben ist.

Ich hoffe, dass die Zusammenarbeit von Herrn Kollegen FENDLER und mir zu einer Klärung dieser sehr schwierigen Verhältnisse beitragen wird. — Ein grosses Zahlenmaterial muss hier natürlich auch als Grundlage geschaffen werden.

Herr G. FENDLER-Steglitz (Schlusswort): Bezüglich der Herstellung der Kautschuklösungen bemerke ich, dass dieselbe bei gewöhnlicher Temperatur ohne die Anwendung einer Schüttelmaschine geschah. Ich bin der Ansicht, dass gerade die Art der Koagulation einen wesentlichen Einfluss auf die Löslichkeit des Kautschuks hat; es scheinen in erster Linie die Para-Kautschuke zu sein, welche die unlöslichen, quellbaren Bestandteile enthalten.

Auch ich halte die direkte Bestimmung der unlöslichen Verunreinigungen nicht für unbedingt notwendig, wohl aber die Bestimmung des Harzgehaltes, um aus der Differenz von 100 — Reinkautschuk + Harz die Menge der Verunreinigungen berechnen zu können.

---

4. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr H. THOMS-Berlin.

Zahl der Teilnehmer: 44.

13. Herr M. SCHOLTZ-Greifswald: **Über isomere Coniiniumjodide.**

Seit dem Bekanntwerden der quaternären Ammoniumverbindungen durch A. W. HOFMANN ist namentlich aus der Reihe der Alkaloide eine grosse Anzahl dieser Verbindungen durch Addition von Halogenalkylen dargestellt worden. Da die Alkaloide zum grössten Teile optisch aktiv sind, und da auch Verbindungen mit asymmetrischem fünfwertigen Stickstoffatom in optisch aktiven Formen aufzutreten vermögen, so sind hier die Bedingungen gegeben, um in Analogie mit den Verhältnissen bei asymmetrischen Kohlenstoffatomen zu stereoisomeren Verbindungen zu gelangen. Wird in eine optisch aktive Verbindung ein neues asymmetrisches Kohlenstoffatom eingeführt, so erhält man zwei Verbindungen von verschiedenem Schmelzpunkt, verschiedener Löslichkeit und verschiedenem Drehungsvermögen, doch ist das optische Verhalten der beiden Verbindungen nicht einander entgegengesetzt, da sie nicht zu einander im Verhältnis von Bild und Spiegelbild stehen. Überträgt man diese Erfahrungen auf das fünfwertige Stickstoffatom, so wäre immer dann die Entstehung zweier Verbindungen zu erwarten, wenn durch Anlagerung eines Halogenalkyls an ein optisch aktives Alkaloid ein asymmetrisches Stickstoffatom gebildet wird. Bei dem grössten Teil der bekannten Alkaloidhalogenalkylate könnten diese Isomeren allerdings nicht auftreten. Bei vielen Alkaloiden ist eine Methylgruppe an Stickstoff gebunden, so dass die stets am besten untersuchten Jodmethylate keinen asymmetrischen Stickstoff enthalten. Das ist der Fall beim Morphin, Thebain, Narkotin, Hydrastin, Hyoscyamin, Scopol-

amin, Kokain, Bebeerin, Nikotin. Andere, wie Piperin, Atropin, Papaverin, Berberin, sind von vorn herein auszuschliessen, weil sie nicht optisch aktiv sind. So blieb von den bisher dargestellten Halogenalkyladditionsprodukten nur eine beschränkte Anzahl, bei denen die Bildung zweier verschiedener Formen zu erwarten gewesen wäre. Auch bei diesen aber ist sie niemals beobachtet worden. Es sind nun verhältnismässig selten Halogenalkyle mit grossen Kohlenwasserstoffresten, wie Benzyljodid, zur Darstellung solcher Anlagerungsprodukte verwendet worden, es ist aber nicht ausgeschlossen, dass das Auftreten von Isomeren nur bei diesen in Erscheinung tritt, da kleine Alkyle die Racemisierung des optisch aktiven Stickstoffs begünstigen können. Bei einer von dem Vortragenden vorgenommenen Untersuchung der Anlagerungsprodukte hochmolekularer Halogenalkyle an die verschiedensten Alkaloide hat sich indessen nirgends eine Andeutung einer solchen Isomerie gezeigt. Um so merkwürdiger ist es, dass bei der Anlagerung von Halogenalkylen an am Stickstoff alkyliertes Coniin stets zwei offenbar stereoisomere Verbindungen entstehen, sofern nur der Stickstoff asymmetrisch ist. So wurde aus einem sorgfältig gereinigten Coniin N-Benzylconiin $C_8H_{16}N \cdot CH_2 \cdot C_6H_5$, N-Isoamylconiin $C_8H_{16}N \cdot C_5H_{11}$, N-Aethylconiin $C_8H_{16}N \cdot C_2H_5$ und Coniin-N-essigsäuremethylester $C_8H_{16}N \cdot CH_2 \cdot CO_2CH_3$ dargestellt und diese Verbindungen durch Addition von Halogenalkylen in quaternäre Ammoniumverbindungen verwandelt. Hierdurch wurden von den folgenden Verbindungen je zwei Isomere erhalten, die sich durch Löslichkeit, Schmelzpunkt und optisches Verhalten unterscheiden.

CH_2
CH_2 CH_2
CH_2 $CH \cdot C_3H_7$
N—J
C_2H_5 C_7H_7

Aethylbenzylconiniumjodid.

CH_2
CH_2 CH_2
CH_2 $CH \cdot C_3H_7$
N—J
C_5H_{11} C_7H_7

Isoamylbenzylconiniumjodid.

CH_2
CH_2 CH_2
CH_2 $CH \cdot C_3H_7$
N—J
CH_3 C_7H_7

Methylbenzylconiniumjodid.

CH_2
CH_2 CH_2
CH_2 $CH \cdot C_3H_7$
N—J
C_7H_7 $CH_2 \cdot CO_2CH_3$

Essigsäuremethylesterbenzylconiniumjodid.

Sind zwei der an Stickstoff gebundenen Radikale einander gleich, wie beim Dibenzylconiniumjodid, $C_8H_{16}N \begin{cases} C_7H_7 \\ C_7H_7 \\ J \end{cases}$, so bleibt die Isomerie aus. Die Verbindungen lassen sich nicht in einander überführen, doch geben sie z. T. identische Derivate. Gegen die Auffassung, dass die Isomerie auf Spaltung

des Stickstoffatoms in seine optischen Antipoden zurückzuführen ist, spricht die Beständigkeit der Verbindungen, da sich optisch aktive Stickstoffverbindungen leicht racemisieren. Vielleicht ist die Verschiedenheit der räumlichen Anordnung der Radikale um das Stickstoffatom die Veranlassung der Isomerie. Die Atomkonstellation des Coniins scheint zur Bildung solcher Isomeren besonders geeignet zu sein, denn auch das am Stickstoff alkylierte Conhydrin zeigt nach einigen vorläufigen Versuchen dieselben Isomerieerscheinungen.

Diskussion. An derselben beteiligten sich die Herren J. GADAMER-Breslau und H. THOMS-Berlin.

14. Herr MAX WINCKEL-Zürich: **a) Über eine neue Fermentreaktion.**

In einer Arbeit über das angebliche Vorkommen des Phloroglucins in den Pflanzen konnte ich dartun, dass die üblich angewandte Reaktion mit Vanillin-Salzsäure keine für Phloroglucin charakteristische sei, und war schon damals und im Laufe meiner weiteren Untersuchungen zu dem Resultat gelangt, dass diese Reaktion einer grossen Anzahl von Körpern: freien Phenolen, Phloroglycotannoiden und einigen anderen Körpern, die ich in genannter Arbeit angeführt habe, zukommt. Ich unterwarf die Angaben CZABECKS, LINKES, DENIGÈS', GOLDNERS, die sich ebenfalls mit diesen und ähnlichen Farbenreaktionen beschäftigt haben, einer Nachprüfung, bei der ich zu dem Schluss kam, dass sie mit wenigen Ausnahmen keinen Anspruch auf praktische Verwendung haben können, da der Farbenton je nach der Konzentration des vorliegenden Untersuchungsobjektes ein sehr wechselnder und ein nach kurzer Zeit in die verschiedensten Farbenabstufungen übergehender ist. Ferner ist die Anzahl der roten Farbenreaktionen eine so ausserordentlich grosse und spielt sich zwischen den verschiedenartigsten Körpern ab, ohne an bestimmte Bedingungen geknüpft zu sein, z. B. Stellung der Atome oder Atomgruppe im Molekül, so dass aus alledem hervorzugehen schien, dass die Vanillin-Salzsäurereaktion an praktischer Bedeutung einbüsse. In der bereits zitierten Arbeit habe ich jedoch hervorgehoben, dass dies dennoch nicht der Fall ist: sie bietet uns ein nützliches Reagens 1. zur Einreihung der Gerbstoffe in das von KUNZ-KRAUSE aufgestellte System, 2. zum Nachweis von Ceratania im Kaffeepulver, 3. zur Unterscheidung der offiz.-Heerabol-Myrrhe, 4. zur Charakterisierung des Kalmus.

Heute möchte ich diesen Punkten das Resultat einer neuen Beobachtung zufügen, zu der ich geführt wurde gelegentlich meiner Arbeit über belichtete Fette. Ich untersuchte damals die frischen Semen Amygdali, S. Sinapis, S. Caco, S. Ricini, S. Lini, S. Bertholletiae excelsae. Sie alle reagierten gegen Phloroglucin-Salzsäure nicht, mit Ausnahme des Semen Gossypii, dessen Sekretzellen sich rot färben und diese Eigentümlichkeit dem von MARCHLOWSKY beschriebenen Gossypol verdanken. Gegen Vanillin-Salzsäure verhielten sich die genannten fettliefernden Samen in gleicher Weise: der Querschnitt wurde gleichmässig violett gefärbt, die Öltröpfchen färbten sich nicht, so dass diese sich ungefärbt vom violetten Untergrund abhoben.

Semen Coffeae machte eine Ausnahme, hier reagiert das fette Öl, nicht das Parenchymgewebe auf Vanillin-Salzsäure und — wenn auch erst nach längerer Zeit oder bei vorsichtigem Erwärmen — auf Phloroglucin-Salzsäure, und zwar infolge des Gehalts des fetten Öles an freier Ölsäure, so dass sich hier die Samen verhalten wie belichtete Fette, in denen Ölsäure enstanden ist.

Meine weiteren Untersuchungen erstreckten sich nun darauf, den Körper zu isolieren, welcher in den fetten Samen die Reaktion mit Vanillin-Salzsäure hervorruft. Durch Alkohol, Äther, Chloroform war der Körper nicht zu

isolieren; Wasser entzog denselben, jedoch nicht quantitativ. Nach mannigfaltigen Voruntersuchungen schlug ich folgenden Weg ein: Die mit Petroläther entölten bitteren Mandeln wurden durch mehrstündige Digestion mit Wasser extrahiert. Aus der filtrierten Flüssigkeit wurde das Conglutin mit Essigsäure abgeschieden und das wieder geklärte Liquidum mit starkem Alkohol gefällt. Der flockige Niederschlag war Emulsin, welches mit Vanillin-Salzsäure die nämliche Farbenreaktion hervorrief, wie auf dem Querschnitt der Mandeln. — Das Amygdalin stellte ich ebenfalls dar, dieses aber gab die Reaktion nicht.

Das aus den süssen Mandeln dargestellte Emulsin gab die Reaktion. Analog der Darstellungsweise des Emulsins geschah diejenige des Myrosins aus dem schwarzen Senf; auch dieses gab die Reaktion, während das Sinigrin nicht reagierte.

Die Resultate, die ich mit Mandeln und Senfsamen erhielt, berechtigten mich anzunehmen, dass es Fermente seien, die die Reaktion veranlassten. Es gelang mir nun auch, aus den übrigen angeführten Samen nach Art der Darstellung von Fermenten Körper zu erhalten, welche ebenfalls mit Vanillin-Salzsäure in Reaktion traten, wenn auch zum Teil erst beim Erwärmen.

Welcher Natur die Fermente sind, die in den Samen, die keine Glycoside enthalten, vorkommen, muss einstweilen noch unentschieden bleiben. Vielleicht sind es Fermente, die eine Rolle zu spielen haben beim Lösen der Eiweisskörper oder Fette im keimenden Samen. Dass die Körper, welche mit Vanillin-Salzsäure rot werden, auch im Senf und in den Mandeln nicht schlechthin mit den glycosidspaltenden Fermenten zu identificieren sind, geht aus der mikrochem. Beobachtung hervor. Nach den Untersuchungen von GIGNARD, die neuerdings in unserem Laboratorium durch VUILLEMIN wenigstens zum grossen Teil bestätigt sind, sind die glycosidspaltenden Fermente in den Samen auf bestimmte Zellen beschränkt, wogegen — wie ich schon sagte — die Vanillin-Salzsäure-Reaktion auf dem ganzen Querschnitt eintritt. Diese Beobachtung liess es möglich erscheinen, dass die Reaktion mit Vanillin-Salzsäure überhaupt nicht einem Ferment zukommt. Trotzdem glaube ich, dass es richtig ist, denn ich habe weiter eine grosse Anzahl anderer Fermente, tierischen und pflanzlichen Ursprungs, ebenfalls untersucht und die Reaktion überall erhalten. Das sind: Diastase, Labferment, Trypsin, Invertin, Ptyalin; die Insektivorenfermente reagieren ebenfalls, jedoch ist das Eintreten der Reaktion nur unscharf zu beobachten, da die gleichzeitig vorhandenen Gerbstoffe ebenfalls Rotfärbung veranlassen.

Weiter habe ich in eiweissfreiem, normalem Urin die Reaktion erhalten, wo ebenfalls das NH_3 spaltende Ferment die Ursache sein kann. Ferner in Milch und Butter, wo sie wahrscheinlich den in den Eiweißstoffen enthaltenden Fermenten zuzuschreiben ist; in der Hefe, wo sie natürlich auf Rechnung des Invertins kommt. Endlich im Eiweiss und im Eidotter.

Es bleibt zu untersuchen, ob in den Fällen, wo Eiweiss die Reaktion gibt, dieses selbst oder ein ihm anhaftendes Ferment die Reaktion verursacht; bestätigt sich dies, so haben wir in der Vanillin-Salzsäure ein wertvolles Reagens auf Fermente, welches sich von den übrigen Farbenreaktionen durch intensive Violettfärbung wohl unterscheidet.

Herr MAX WINCKEL-Zürich: **b) Über belichtete Fette.**

Die Phloroglucin-Salzsäure-Reaktion galt bislang als charakteristisch für den Nachweis von Vanillin, resp. Lignin oder des von CZABECK in der Ligninsubstanz des Holzes vorkommenden und von ihm benannten Hadromals.

In einer gemeinsamen Arbeit mit Herrn Prof. HARTWICH über das an-

gebliche Vorkommen des Phloroglucins in den Pflanzen konnten wir aber dartun, dass jene Reaktion auch mit anderen Aldehyden auftritt.

Auf ein neues, wichtiges Gebiet, wo diese Phloroglucin-Salzsäure-Reaktion verwendbar ist, wurde ich hingewiesen durch H. KREIS, welcher fand, dass belichtete Fette mit diesem Reagens sich rot färben. Ich habe diese interessante Beobachtung fortgesetzt und bin dabei zu folgenden Resultaten gelangt:

Die von mir untersuchten Fette: Ol. Oliv., Ol. Lini, Ol. Cacao, Ol. Jecoris, Ol. Ricini und Ol. Adeps geben in frischem Zustand die Farbenreaktion mit Phloroglucin-Salzsäure nicht; dieselbe tritt jedoch ein schon nach einstündiger Belichtungsdauer durch direktes Sonnenlicht, und zwar am deutlichsten an der Oberfläche, während Proben, die dem unteren, vom Licht nicht getroffenen Teil des Gefässes entnommen sind, die Reaktion nicht zeigen.

Ich machte nun folgende Versuche mit frischem Schweineschmalz:

1. Ein Teil wurde an freier Luft im Sonnenlicht stehen gelassen,
2. ein zweiter Teil wurde im Vakuum im Sonnenlicht stehen gelassen,
3. ein dritter Teil wurde in freier Luft im Dunkeln stehen gelassen,
4. ein vierter Teil wurde im Vakuum im Dunkeln stehen gelassen.

Bei No. 1 trat die Reaktion bereits nach $^1/_2$ Stunde deutlich ein,
bei No. 2 erst nach einigen Stunden,
bei No. 3 und 4 auch nicht nach monatelangem Aufbewahren.

Während nun diese Beobachtungen sich mit denjenigen von KREIS, dass das Licht die Hauptrolle spiele, decken, stimmen sie mit den Arbeiten NIKITINS über „das Ranzigwerden der Fette“ — wobei nach seiner Ansicht beide Faktoren: Licht und Luft, zugegen sein müssen — nicht überein. Wir müssen also von vorn herein den prinzipiellen Unterschied machen zwischen belichteten und ranzigen Fetten, denn ein belichtetes Fett, welches die Phloroglucin-Salzsäure-Reaktion gibt, braucht nicht immer ranzig zu sein, und andererseits ist nicht jedes ranzige Fett ein belichtetes, denn im Dunkeln ranzig gewordenes Fett gibt keine Reaktion mit Phloroglucin-Salzsäure, wohl aber, wenn es hierauf kurze Zeit dem Sonnenlicht ausgesetzt war.

Um nun zu erfahren, welches der die Reaktion in belichteten Fetten hervorrufende Körper sei, wurde belichtetes Schweineschmalz mit Wasserdämpfen destilliert, wobei der Körper überging und beim Ausschütteln des Destillates mit Äther von letzterem aufgenommen wurde. Nach dem Verdunsten des Äthers hinterblieb ein stark ranzig riechender, öliger Rückstand von saurer Reaktion, welcher Silbernitrat reduzierte, die Aldehydreaktion mit Diazobenzolsulfosäure gab und sowohl mit Vanillin-Salzsäure, als auch mit Phloroglucin-Salzsäure eine schöne rote Färbung annahm. Die weitere Analyse dieses Gemisches von Säure und Aldehyd mit Hilfe des Bleisalzes der Ölsäure ergab die Anwesenheit freier Ölsäure, und diese bedingte den Eintritt der Vanillin-Salzsäure und der Phloroglucin-Salzsäurereaktion. — Eine Nachprüfung belichteter Fette und reiner Ölsäure ergab dieselbe Reaktion sowohl mit Phloroglucin-Salzsäure, als auch mit Vanillin-Salzsäure.

Es ist nun zu beachten, dass es lediglich die freie Ölsäure ist, welche die Reaktion veranlasst, und nicht das Triglycerid derselben. Zur Vergewisserung wurde frisches Schweineschmalz verseift, erst dann trat die Reaktion ein, und nach Isolierung der Ölsäure zeigte es sich, dass sie die Reaktion veranlasst.

Man könnte die belichteten Fette auch in die von A. SCHMID aufgestellte Gruppe der sauren Fette verweisen, und ferner kann man annehmen, dass die durch die Belichtung eingeleitete Zersetzung der Fette weiterhin in der Weise fortschreitet und dem Fette ausgesprochene Ranzigkeit verleiht, dass die entstandene Ölsäure sich zersetzt in Fettsäuren von niederem Kohlenstoffgehalt und Oxyfettsäuren, und dass sich die Oxydation, wie GRÖGER an-

nimmt, auch auf das Glyzerin erstreckt und hierdurch aldehyd- und ketonartige Körper entstehen.

Ich habe noch einmal auf die Frage zurück zu kommen, ob Ranzidität und Eintreten der Reaktion mit Phloroglucin-Salzsäure identisch sei? Schon aus den bereits angeführten Gründen ist diese Frage zu verneinen. — Nun wissen wir ferner über die Körper, welche die Ranzidität eines Fettes bestimmen, nichts Genaues. In der Literatur werden ganz allgemein freie Fettsäuren, Ketone und Aldehyde angeführt. Aus meinen Versuchen ist nun zu schliessen, dass sich in den im Dunkeln ranzig gewordenen Fetten keine freie Ölsäure befindet. Zwischen durch Belichtung veränderten und ranzig gewordenen Fetten ist also ein grosser Unterschied.

Endlich aber muss man doch zugeben, dass auch eine kurze Belichtung einen gewissen Grad von Ranzigkeit hervorruft, denn, wie gesagt, hat das Destillat, welches aus belichteten Fetten mit Wasserdämpfen erhalten wird, einen ranzigen Geruch, so dass man in dieser Hinsicht zwei Arten von Ranzigkeit unterscheiden darf: „eine solche, die lediglich im Dunkeln ohne die Bildung von Ölsäure erfolgt, zweitens eine solche, die im Sonnenlicht vor sich geht, unter gleichzeitiger Bildung von Ölsäure.

Diskussion. Herr G. Kassner-Münster i. W. bemerkt, dass ihm die von dem Vortragenden gebrachten Mitteilungen über die Reaktionserscheinungen der belichteten Fette aus dem Grunde sehr interessant und wichtig erscheinen, weil er in den Resultaten dieser Arbeiten von Dr. Winckel und in den seinigen über die Wirkung von Licht und Luft auf Bleioxyd (Archiv der Pharmazie 1908) dieselbe gemeinsame Ursache für die beobachteten Erscheinungen erblicke.

Er spreche sich dahin aus, dass Luftsauerstoff durch die violetten und ultravioletten Strahlen des Lichtes in Atome gespalten („ionisiert") werde und nun eine Anlagerung derselben an die ungesättigte Ölsäure, vielleicht unter Bildung von Körpern ähnlich den Harriesschen Ozoniden, erfolge, welche mit Wasser, wie noch vorgestern mitgeteilt wurde, unter Bildung von Ketonen und Aldehyden neben Wasserstoffsuperoxyd zerfallen. Herr Dr. Winckel ererhielt aber stets deutliche Reaktionen auf Aldehyde.

Autoxydationsvorgänge, basierend auf Wirkung indifferenten Sauerstoffs, könnten freilich noch nebenher erfolgen.

15. Herr J. Gadamer-Breslau: **a) Die Alkaloide der oberirdischen Teile der blühenden Corydalis cava.**

Die Ergebnisse der mit O. Haars ausgeführten Untersuchungen sind: Protopin ist im blühenden Kraut ebenso wenig nachzuweisen wie in der Wurzel. Von den Wurzelalkaloiden kommt im Kraut nur das Bulbocapnin vor. Ausserdem finden sich, wenn auch in kleinerer Menge, zwei neue Alkaloide: $C_{21}H_{21}NO_8$ vom Schmelzp. 230° und $[\alpha]_D = -112,8°$, welches kein Methoxyl enthält, und $C_{21}H_{23}(_{25})NO_7$ vom Schmelzp. 137,5° und $[\alpha]_D = +96,8°$. Letzteres enthält eine NCH- und zwei OCH_3-Gruppen.

Herr J. Gadamer-Breslau: **b) Die Konstitution des Corydalins.**

Die in Gemeinschaft mit O. Haars ausgeführten Untersuchungen haben die Richtigkeit der von Dobbie und Lander aufgestellten Konstitutionsformel ergeben. Das Dehydrocorydalin ist jedoch wie das Berberin eine quartäre Base, welche in der Pseudoform als Ketonbase reagiert und mit Hydroxylamin und Dimethylparaphenylendiamin Kondensationsprodukte liefert. Die von Dobbie und Lander im Dehydrocorydalin angenommene p-Bindung ist daher nicht vorhanden, infolge dessen auch nicht in den Oxydationsprodukten, der

Corydinsäure und der Corydilsäure. Erstere ist ein Betain mit einer freien Carboxylgruppe. Ihr Dimethylester ist eine quartäre Base. Letztere ist eine dreibasische Säure mit tertiärem Stickstoff.

Herr J. GADAMER-Breslau: **c) Über optisch aktive Corydaline.**

Durch Reduktion des Dehydrocorydalins entstehen zwei isomere inaktive Corydaline, eines vom Schmelzp. 135 ° hat sich nicht spalten lassen, gehört aber trotzdem dem Typus Traubensäure an, weil das andere vom Schmelzp. 158 ° sich in zwei aktive Modifikationen zerlegen liess, von denen die d-Verbindung nicht identisch mit dem naturellen Corydalin ist. Das Corydalin vom Schmelzp. 158 ° gehört dem Typus Mesoweinsäure an und wird daher als Mesocorydalin bezeichnet. Das d- und l-Mesocorydalin schmilzt bei 152—153 °; ihr spezifisches Drehungsvermögen als Chlorhydrat wurde zu $[\alpha]_D = + 82,3$, resp. — 85,2 ° ermittelt, während d-Corydalinchlorhydrat $[\alpha]_D = + 259,4$ ° aufweist.

Diskussion. Herr G. KASSNER-Münster i. W. macht kurz darauf aufmerksam, dass sich mit Hilfe der sehr stark drehenden GROSSMANNschen Molybdänweinsäure eine erfolgreiche Spaltung des racemischen Corydalins durchführen lasse.

VIII.

Abteilung für Geophysik. einschl. Meteorologie und Erdmagnetismus.

(No. VI.)

Einführender: Herr G. RECHENBERG-Breslau.
Schriftführer: Herr E. PRZYBYLLOK-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr P. BERGHOLZ-Bremen: Das Klima von Südindien.
2. Herr W. KREBS-Grossflottbek: Über Verdunstungsmessungen mit dem Doppelthermometer für klimatologische und hydrographische Zwecke.
3. Herr F. S. ARCHENHOLD-Treptow bei Berlin: Die Beziehungen der Sonnenflecken und Sonnenfackeln zu den Nordlichtern.
4. Herr Baron v. STRACHWITZ-Breslau: Über Entstehung der Nordlichter.
5. Herr W. KREBS-Grossflottbek: a) Das meteorologische Jahr 1903/1904 und die Hochwasserfrage in meteorologischer Beziehung.
   b) Probleme der Polarklimate, Kältepole und Eistriften.

Weitere Vorträge sind in gemeinsamen Sitzungen mit der Abteilung für Geographie gehalten. Über diese wird in den Verhandlungen der genannten Abteilung berichtet werden. — Ferner war die Abteilung zu einem in der Abteilung für Agrikulturchemie gehaltenen Vortrage eingeladen (s. S. 162).

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr G. NEUMAYER-Neustadt a. H.

Zahl der Teilnehmer: 13.

1. Herr P. BERGHOLZ-Bremen: **Das Klima von Südindien.**

Auf Grund der von dem bisherigen Director-General of Indian Observatories Sir JOHN ELIOT veröffentlichten Resultate (Indian Meteorological Memoirs) der meteorologischen Beobachtungen in Indien und seiner eigenen, auf zwei Reisen im Lande gesammelten Erfahrungen gibt der Vortragende eine kurze Übersicht über die klimatischen Verhältnisse Südindiens. Er hält an der von HENRY F. BLANFORD in seinem Werke „A practical guide to the

Climates and Weather of India etc." gegebenen Einteilung des Gebietes in die Westküste (Land westlich der Westghats) und Karnatic fest, gliedert aber von letzterem noch das Küstengebiet der Ostküste ab. In den grossen Zügen stimmen die heutigen Resultate noch mit den von BLANFORD gegebenen überein, wenn sich auch dadurch, dass noch etwa 15 Jahre mehr an Beobachtungen herangezogen werden konnten, und dadurch, dass das Netz der Stationen und im besondern das der Regenstationen eine grosse Erweiterung erfahren hat, recht viele und wesentliche Korrekturen ergeben haben.

Zum Schluss macht der Vortragende darauf aufmerksam, dass auf Grund des gewaltigen Beobachtungsmaterials ein Atlas der klimatischen Verhältnisse Indiens unter dem Titel „Climatological Atlas of the Indian Empire" in Vorbereitung ist. Das Material dazu befindet sich in Indian Meteorological Memoirs, Vol. XVII, Calcutta 1904. So gross unsere Freude über das Erscheinen dieses Werkes auch ist, müssen wir doch unserem Bedauern Ausdruck geben, dass die Masse englische sind und nicht die sonst gebräuchlichen (Meter, C.°). Dadurch stellen sich bei Vergleichen mit anderen Ländern immer erhebliche Schwierigkeiten in den Weg.

Diskussion. Herr W. KREBS-Grossflottbek möchte die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, an der vorliegenden Niederschlagskarte von Britisch Indien darauf hinzuweisen, dass in mehreren Teilen dieses Gebiets ein besonders wichtiger Grundzug der Niederschlagsbildung deutlich entgegentritt. Die Niederschlagsbildung ist nicht so sehr von dem Höhenunterschiede als von der Bodenneigung abhängig. Ich weise besonders auf die starken Niederschläge am Westhange des fast unmittelbar von der Westküste ansteigenden West-Ghats, auf die schwächeren Niederschläge da, wo dieses Gebirge gemächlicher ansteigt, hin. Auch stellen sich nördlich des Gangesdeltas die schwersten Niederschläge — bekannt ist als regenreichste Station der Erde Cherrapunji mit etwa 12 m Regen im Jahresmittel — an den niedrigeren Vorbergen des Himalaya, nicht an diesem Hochgebirge selbst, ein. Noch schärfer habe ich die Abhängigkeit der Niederschlagsbildung von der Bodenneigung an Stationsreihen des Grenzgebietes zwischen Natal und dem Kapland feststellen können. (Vgl. KREBS, Über das Klima des aussertropischen Südafrika. „Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik". Bd. XII, S. 495. Wien 1890.) Die Niederschlagsbildung erscheint demnach viel mehr als ein dynamisches, denn als ein statisches Problem.

Ausserdem sprachen Herr G. NEUMAYER-Neustadt a. H. und der Vortragende.

2. Herr W. KREBS-Grossflottbek: **Über Verdunstungsmessungen mit dem Doppelthermometer für klimatologische und hydrographische Zwecke.**

Für Messungen an beweglichen Stationen, besonders für Seeuntersuchungen, eignen sich die üblichen Verdunstungsmesser gewöhnlich nicht, teils wegen ihrer Ansprüche an Aufstellung und Schonung, teils wegen allzu langsamen Arbeitens. Das sogenannte Psychrometer AUGUSTS ist dagegen ein schnell arbeitender Verdunstungsmesser, weil es die Verdunstungskälte misst, einen der jeweiligen Verdunstungsenergie gleichgeordneten Temperaturunterschied. In einer handlichen Adaptierung und mit einer geeigneten, die Spiegelung des feuchten Thermometergefässes tunlichst erhaltenden Umwicklung gestattet das „Doppelthermometer", wie es dann bezeichnet werden sollte, jene Messungen auch unter den schwierigsten äusseren Umständen. Längere Messungsreihen wurden ausgeführt am Mansfelder Süssen See, am Plattensee und in den Hochvogesen am Weissen See, also unter recht verschiedenen klimatischen Bedingungen. Die Aichung auf den Betrag verdunsteten Seewassers wurde durch

Vergleichung der Wasserabnahme in grossen, in die Seen hineingestellten Evaporimetern mit dem Mittelwerte der im gleichen Zeitraum beobachteten Verdunstungskälten am Doppelthermometer bewirkt. Sie ergab an allen drei Seen aus 5 verschiedenen Vergleichsreihen den Umrechnungsfaktor als Konstante, indem überall nahezu 2 mm verdunsteter Wasserschicht je 1 ° C. durchschnittlicher Verdunstungskälte innerhalb 24 Stunden entsprach. Dieser Faktor gestattet mit Hilfe eines einfachen graphischen Verfahrens die Umrechnung beliebig langer Messungsreihen, die mittelst Doppelthermometers gewonnen sind, auf die entsprechende verdunstete Wasserschicht. Diese wird bei hydrographischen Arbeiten schlechthin als „Verdunstung" bezeichnet. Tatsächlich ist sie der Überschuss der Verdunstung von der Wasserfläche über die Kondensation.

Jener Faktor gilt für die Bedingungen, unter denen eine freie Wasserfläche steht. Bei entsprechender Vergleichung zwischen Doppelthermometern und Evaporimetern, die in üblicher Weise, etwa durch eine meteorologische Hütte, vor Sonnenschein und vor direktem Wind geschützt sind, ergibt sich ein Faktor ebenfalls als Konstante. Er erscheint dann aber nur etwa halb so gross als jener: ungefähr 1 mm. Das war das übereinstimmende Ergebnis der Untersuchungen KÖPPENS an 35jährigen Vergleichsreihen von Madrid, und des Unterzeichneten an weit kürzeren Vergleichsreihen von Plattenseestationen.[1]) Wenn diese Übereinstimmung sich bei anderweitigen Untersuchungen bestätigt, ergibt sich ohne weiteres die Möglichkeit, die sehr zahlreich vorhandenen Psychrometer-Beobachtungen von Stationen, die über alle Erdteile und, auf Schiffen, auch weithin über die Meere verteilt sind, für die Bestimmung der jeweiligen hydrographischen Verdunstung auszuwerten.

Einige Vergleichsreihen von Beobachtungen, die mit dem Doppelthermometer und dem ASSMANNschen Aspirations-Psychrometer ausgeführt wurden, ergaben am ersteren grössere oder kleinere Verdunstungskälten, je nachdem die Ventilationsgeschwindigkeit des letzteren vom Winde übertroffen oder nicht erreicht wurde. Auch insofern darf jenes Instrument mit diesem verglichen werden, als theoretische und, ganz ebenso wie bei diesem, grundsätzliche Bedenken durch praktische Messungsversuche widerlegt wurden.

Diskussion. Es sprach Herr G. LACHMANN-Berlin.

Weiter legte Herr W. KREBS-Grossflottbek eine gedruckte Abhandlung „Über Seebeben" vor. Dieselbe bildet den dritten Teil einer im Verlage der Treptow-Sternwarte und in Kommission bei C. A. Schwetschke u. Sohn in Berlin erscheinenden Arbeit: „Einige Beziehungen des Meeres zum Vulkanismus."

---

2. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags 10 Uhr.

Vorsitzender: Herr P. BERGHOLZ-Bremen.

Zahl der Teilnehmer: 24.

3. Herr F. S. ARCHENHOLD-Treptow b. Berlin: **Die Beziehungen der Sonnenflecken und Sonnenfackeln zu den Nordlichtern.**

Diskussion. An derselben beteiligten sich die Herren P. BERGHOLZ-

---

1) A. SCHWALBE, der in der Meteorologischen Zeitschrift 1902, S. 49—59, auch das von KÖPPEN mir früher mündlich mitgeteilte Ergebnis veröffentlicht, fand für eine grössere Zahl osteuropäischer Stationen, ferner für Potsdam und Cordoba (Argentina) als Reduktionsfaktoren 0,46 bis 1,2, jedenfalls also keinen, der sich von 1 übermässig entfernt oder gar 2 auch nur annähernd erreicht hätte.

Bremen, STEFFENS-Berlin. Baron v. STRACHWITZ-Breslau und G. NEUMAYER-Neustadt a. H.

4. Herr Baron v. STRACHWITZ-Breslau: **Über Entstehung der Nordlichter.**

5. Herr W. KREBS-Grossflottbek: **a) Das meteorologische Jahr 1903/04 und die Hochwasserfrage in meteorologischer Beziehung.**

Die Lage der Naturforscherwoche im September, zu einer Zeit, die nun auch nach Anderer Meinung einen Wendepunkt des meteorologischen Jahreskreislaufes bezeichnet und deshalb für meteorologische Jahresrückblicke besonders geeignet erscheint, gab den äusseren Anlass, die nun schon zweimal erstatteten Jahresberichte über die Hochwasserfrage auch in diesem an Hochwassererscheinungen armen Jahre fortzusetzen.

Der Jahrgang ist gekennzeichnet durch eine besonders im östlichen Mitteleuropa ausgeprägte Sommerdürre. Das starke Schwinden der Gletscher in den Alpen und sonstige Beeinträchtigung der Quellverhältnisse, die Verkoppelung greller Gegensätze sowohl der Temperatur, als auch der Niederschlagsmenge, besonders im Binnenlande, macht geradezu den Eindruck einer, wenn auch vorübergehenden, Versteppung des mitteleuropäischen Klimas. Diese darf als eine weitere Phase der durch Häufung saharischer Staubfälle während der verflossenen drei Jahre angekündigten Expansion der benachbarten Wüstenverhältnisse und ihrer indirekten Einwirkung auf die Vegetation angesehen werden. (Vgl. hierzu das Referat über W. KREBS: Entartung von Blüten in Zusammenhang mit anomalen Witterungsverhältnissen im diesjährigen Frühling und Sommer, V. D. N. u. Ä. zu Karlsbad 1902, II, 1, S. 122.)

Hochwasserschwellungen traten auch während des trockenen Sommers wiederholt ein, aber in sehr örtlicher Einschränkung, da sie zumeist nur von den vereinzelten extrem starken Niederschlägen veranlasst waren. Eine Ausnahme machte eine aus dem bayrischen Alpengebiet am 27. August 1904 signalisierte Hochwassergefahr infolge mehrtägigen Regens. Mit deutlich östlicher Interferenz verbunden, ging sie trotzdem in Ostdeutschland und Österreich von vorn herein und auch in Süddeutschland schliesslich ohne Schadenwirkung vorüber. Es fehlte offenbar an der nötigen Luftfeuchtigkeit zur vollen Speisung der Kondensation und also auch zu der thermodynamischen Verstärkung und Erhaltung der Hochwasserdepression.

In anderer Weise war Entziehung der Luftfeuchtigkeit bei der ersten, schon im vorjährigen Rückblick erwähnten Hochwassergefahr, kurz vor Mitte September 1903, dem Odergebiete von Nutzen gewesen. Das Hochwasser, das ebenfalls deutlich mit östlicher Interferenz in Zusammenhang stand, beschränkte sich auf das österreichische Alpengebiet, vor allem auf das westliche Kärnten. Auf die Ursache dieser Erscheinung haben die Untersuchungen PROHASKAS Licht geworfen. PROHASKA stellte einen überaus grossen Unterschied der Temperaturen nördlich und südlich der Alpen vor diesem und vor anderen „Wetterstürzen“ fest. Dieser Unterschied liess die Kondensation durch Mischung schon im Alpengebiete so rasch und so intensiv zum Austrag kommen, dass für die nördlicheren Gebiete einfach wieder nicht genügend Feuchtigkeit übrig blieb zur vollen Ausbildung und Speisung der Hochwasserdepression. Eine Gegenprobe, die vom Vortragenden auf die Sommerfluten des Odergebietes bis 1880 zurück ausgedehnt wurde, ergab für die Vortage einen weit geringeren Temperaturunterschied, also eine Übereinstimmung, in etwa 90 Proz. der untersuchten Fälle. Es darf daraus eine

Zuschärfung der Hochwasserprognose solcher Art nach der Seite der bisher noch vielfach zweifelhaften örtlichen Indikation erwartet werden.

(Vgl. hierzu die Referate desselben Autors in den Verhandlungen D. N. u. Ä. über

Die meteorologischen Ursachen der Hochwasserkatastrophen in mitteleuropäischen Gebirgsländern. München 1899, II, 1, S. 254—255;

Meteorologische Hochwasserprognosen und andere in das Gebiet der Fernprognose einzurechnende Gegenstände. Karlsbad, 1902, II, 1, S. 112—113;

Die Hochwasser des letztverflossenen Jahrgangs, vom meteorologischen Standpunkt aus betrachtet. Cassel 1903, II, 1, S. 139—141.)

Zu jenem sachlichen Fortschritt der Hochwasserprognose auf Grund interferenzartigen Zusammenwirkens von atmosphärischen Tiefgebieten verschiedener, vor allem nord- und südländischer Herkunft trat im verflossenen Jahrgang noch ein formeller oder historischer Fortschritt. Vertreter der dieser Anschauung bisher nicht geneigten Berliner meteorologischen Schule griffen mehr oder weniger vorurteilsfrei bei Erklärung früherer Hochwassererscheinungen auf sie zurück. Auch die von PARTSCH in der Abteilung für Geographie mitgeteilten Ergebnisse der MANNschen Untersuchung über das Oderhochwasser von 1813 lassen das Zutreffen jener vom Vortragenden zuerst im Jahre 1897 begründeten Anschauung erkennen.

(Der Vortrag wird vollständig in Band LXXXVII des „Globus" abgedruckt.)

Diskussion. Zunächst sprachen die Herren BERGHOLZ-Bremen und LACHMANN-Berlin.

Herr W. KREBS-Grossflottbek: Die über Europa niedergegangenen Staubfälle sind nach neueren Untersuchungen vorwiegend saharischen Ursprungs, jedenfalls gilt das von den letztjährigen. Über den Staubfall im südlichen Norwegen, der im April 1904 von den Zeitungen berichtet wurde, konnte ich trotz vieler Bemühung Zuverlässiges nicht in Erfahrung bringen. Auch von einem Vulkanausbruch auf Island, der ihn veranlasst haben sollte, ist tatsächlich nichts bekannt geworden. Die saharischen Staubfälle haben sicherlich eine klimatologische Bedeutung als Expansionserscheinungen der Wüstennatur. Sie häuften sich seit Anfang 1901 ganz ausserordentlich. Man kann damit sehr wohl die Unregelmässigkeiten der Niederschlagsbildung über Mitteleuropa im Jahrgang 1902/03 und die Sommerdürre im Jahrgang 1903/04 zusammenbringen.

Herr W. KREBS-Grossflottbek: **b) Probleme der Polarklimate, Kältepole und Eistriften.**

Trotz der vielseitigen Beobachtungsarbeit, die den Polargebieten, nun auch den südlichen, gewidmet wurde, sind die Probleme der Polarklimate eher vermehrt als vermindert. Die antarktische Campagne der Jahre 1902 und 1903 begegnete einer gänzlich unerwarteten Verschärfung der Frost- und Eisverhältnisse, die im Jahre 1903 von einer Eistrift gefolgt war, bis nahe an 40° s. Br. herab. Besonders streng erwies sich der Südwinter 1902 im Arbeitsgebiete der schwedischen Expedition, in der westlichen oder amerikanischen Antarktis. Der Führer dieser unter 64° 22′ s. Br. überwinternden Expedition, O. NORDENSKJÖLD, hatte den Eindruck, sich an einem Kältepole niedergelassen zu haben, wie solche im östlichen Sibirien und im nordwestlichen Nordamerika ebenfalls unter dem Polarkreise liegen.

Aus einer Polarkarte oder auch einer Erdkarte der mittleren Jahrestemperaturen geht hervor, dass jene Kältepole nur sekundäre sind, da die grösste Kälte jenseit 80 ⁰ n. Br. anzunehmen ist. Sie sind aber deutlich gekennzeichnet durch ein kräftiges Vordringen der Kälte-Isothermen auf der nördlichen Halbkugel nach Süden, dem merkwürdigerweise dort, etwas südlicher, eine deutliche Vorbiegung der Wärme-Isothermen nach höheren Breiten entgegenkommt.

Aus der Antarktis liegen bis jetzt fünf vollständige Jahresreihen der Temperaturbeobachtung vor, die sich auf drei verschiedene Jahre zwischen 1898 und 1903 und auf fünf verschiedene Stationen zwischen den Parallelen von 64 und 78 ⁰ s. Br. verteilen. Durch Reduktion des Jahresdurchschnitts auf den Parallel von 70 ⁰ s. Br. konnte ein Wert ermittelt werden, der gestattete, auch die zwei früheren Jahrgänge auf die Stufe der antarktischen Strenge im Jahrgang 1902/03 zu erheben. So wurden Durchschnittswerte der Jahrestemperatur für alle fünf Beobachtungsstellen der Antarktis gewonnen, die homogen genug erscheinen, um als Surrogate der Jahresmittel zu dienen, auf Grund deren die bisher südlich von 60 ⁰ s. Br. ganz ausgelassenen Jahresisothermen gezogen werden könnten. In solcher Weise entworfene, bezw. ergänzte Karten der Temperaturverteilung hat der Vortragende in der astro- unb geophysikalischen Zeitschrift der Treptow-Sternwarte, dem „Weltall“, Jahrg. IV, Heft 24, veröffentlicht.[1]) Sie lassen über der amerikanischen und der australischen Antarktis einen deutlichen Vorstoss der Kälteisothermen und, wie bei den sekundären Kältepolen unter dem Nordpolarkreis, in etwas niedrigerer Broite einen entgegengesetzten Vorstoss der Wärmeisothermen deutlich erkennen.

Auch die Antarktis scheint demzufolge sekundäre Kältepole unter ihrem Polarkreis aufzuweisen, und zwar, wie die Arktis, da, wo dieser Kreis die Stellen ausgeprägtester Kontinentalität schneidet. Wie einerseits die Kontinentalität, so treten andererseits die Polarkreise als geometrische Orte stärkster Jahreskälte entgegen. Der Vortragende bringt das mit einer von ihm im Jahrgang IV, S. 91—96, derselben Zeitschrift „Weltall“ dargelegten Erklärung der täglichen Luftdruckschwankung als einer Art Gezeitenbewegung der Atmosphäre zusammen, über die auch im Band 69 der „Nature“, S. 597, referiert ist. Nach dieser Anschauung, die rein dynamischen Ansprüchen ebenso gerecht wird wie thermodynamischen, müsste eine auf der Ekliptik-Ebene senkrechte Erde infolge stets mangelnden Auftriebs an ihren Polen beständige Ebbe erleiden. Die auf der Ekliptik-Ebene tatsächlich um 23⁰ 27′ schief stehende Erde muss in ihren Polarkreisen die geometrischen Orte jener Polebbe besitzen. Ihnen entlang rotiert alltäglich eine des Auftriebs infolge jener Gezeitenbewegung gänzlich entbehrende Stelle der Atmosphäre, deren näherer Umkreis mehr oder weniger an diesem Mangel teilnimmt. Die deckende Atmosphärenschicht ist an ihr verhältnismässig schwach und lässt der Wärmestrahlung, vor allem in jenen polaren Gebieten der Ausstrahlung, grösseren Spielraum als anderswo. Auf Luftdruckerscheinungen angewandt, spricht dieser Befund für das Auftreten von Hochdruck an Stellen mangelnden

1) Dieses Heft gelangte am Tage nach dem Vortrage in die Hände aller Teilnehmer der Versammlung in Breslau. Die Eile der Herstellung hat leider zwei Druckfehler veranlasst, die auch hier berichtigt seien. In der Tabelle auf S. 443 sind die 3., 4. und 5. Zahl der Kolonne VI in die Kolonne V zu versetzen. Auf S. 444, Z. 2 v. o. ist zu lesen wärmer anstatt kälter. Da der Jahrgang 1902 bis 1903, wie erwähnt, ungewöhnlich kalt war, sind die allgemeinen Temperaturmittel um 10 : 9 höher zu legen, die antarktischen Isothermen um etwa 2 Breitengrade vom Parallel 50⁰ S. Br. nach Süden zu verschieben.

Auftriebs in der Atmosphäre, trotz geringerer Höhe der Luftsäule. Er macht auch die von HERRMANN gefundene Bewegung der nordatlantischen Luftdruckunterschiede (atmosphärischen Wogen) um ein nahe dem magnetischen Nordpol befindliches Zentrum verständlich, da dieses Zentrum mit dem nordamerikanischen Kältepole geographisch ungefähr zusammenfällt.

Durch die Polebbe wird in geeigneten Jahren der Strahlungseinfluss der Kontinentalität zu voller Auslösung gebracht. In der Antarktis ist diese Kontinentalität aber auch von der jeweiligen Ausdehnung des gesteinbildenden Eises abhängig. Durch die von der „Scotia" festgestellte, dort sehr mächtige Abtrift des Eises im Februar 1903 ist deshalb vielleicht die Milderung des folgenden Südwinters an der unweit gelegenen schwedischen Station mit beeinflusst worden. Auch führen diese Abbrüche, wie der Rückgang der Eismauer im Rossmeer, vielleicht auf vulkanische Ursachen zurück, die an und für sich eine ungewöhnliche Temperatursteigerung veranlassen können. Ferner darf an die Heranführung warmer Luft durch Böenrinnen, die aus anderen Breiten in die antarktische Atmosphäre einstrahlen, gedacht werden, wenn auch diese Annahme durch Eintreten der stärksten Erwärmung, die überhaupt bei Snow Hill beobachtet wurde, mitten im Südwinter, wenig an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Diese höchste Jahrestemperatur wurde am 5. August 1903 zu $+ 9\,^1/_3\,^0$ C. gemessen, während der August des Vorjahres 1902 die niedrigste Temperatur von $— 41\,^1/_5\,^0$ C. gebracht hatte.[1]) Solche enorme Überwärmungen gehen jedenfalls auch über den sonst als Erklärung bevorzugten Föhneinfluss weit hinaus, um so mehr, als auch ein boraartiges Auftreten der antarktischen Fallwinde erwartet werden darf.

(Der Vortrag erscheint in vollständiger Bearbeitung in Band LXXXVII des „Globus".)

---

1) Die Sicherstellung jener über Erwarten hohen Augusttemperatur dankte der Vortragende dem freundlichen Entgegenkommen der Übersetzerin, Frau M. MANN, die ihm Einblick in die Druckbogen des Nordenskjöldschen Reisewerkes vor der Veröffentlichung gewährte.

Zweite Gruppe

der

naturwissenschaftlichen Abteilungen.

I.

Abteilung für Geographie, Hydrographie und Kartographie.

(No. VII.)

Einführende: Herr J. PARTSCH-Breslau,
Herr F. HAMEL-Breslau.
Schriftführer: Herr R. LEONHARD-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr F. HAMEL-Breslau: Über die Umwandlung des Oderstromes durch die Eingriffe des Strombaues.
2. Herr J. PARTSCH-Breslau: Über die Ursachen und den Verlauf der Hochwasserkatastrophe des August 1813 (nach Untersuchungen von Herrn HEINR. MANN).
3. Herr C. LÜDECKE-Breslau: Die Beschaffenheit des Wassers der Flüsse des Riesengebirges, der Schweidnitzer Weistritz und der Oder.
4. Herr J. SCHUBERT-Eberswalde: Über den Einfluss der Bewaldung auf die Niederschläge in Schlesien.
5. Herr H. HESS-Ansbach: Der Betrag der Gletschererosion.
6. Herr K. OESTREICH-Marburg: Über die Eiszeit im nordwestlichen Himalaya.
7. Herr R. LEONHARD-Breslau: Forschungen im nördlichen Kleinasien.
8. Herr C. MOMMERT-Schweinitz: Zur Geographie, Topographie und Kartographie Palästinas in unseren Schulen.

Die Vorträge 1—5 sind in gemeinsamen Sitzungen mit der Abteilung für Geophysik und Meteorologie gehalten.

---

1. Sitzung.

Gemeinsame Sitzung mit der Abteilung für Geophysik und Meteorologie.

Dienstag, den 20. September, vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr G. Neumayer-Neustadt a. H.

Zahl der Teilnehmer: 34.

Der erste Einführende, Herr J. Partsch-Breslau, eröffnet die Sitzung und gedenkt der vor 34 Jahren in Breslau abgehaltenen Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, auf welcher Ferd. v. Richthofen seine bedeutsamen Mitteilungen über China zuerst vortrug. Nach einigen geschäftlichen Mitteilungen sprach:

1. Herr F. Hamel-Breslau: **Über die Umwandlung des Oderstromes durch die Eingriffe des Strombaues.**

2. Herr J. Partsch-Breslau berichtet statt des am Erscheinen verhinderten Herrn Heinr. Mann über dessen **Untersuchung der Ursachen und des Verlaufs der Hochwasserkatastrophe des August 1813,** welcher ihr Eingriff in das Schicksal des letzten nach Schlesien gedrungenen Feindesheeres weltgeschichtliche Bedeutung gesichert hat. Die Höhe der damaligen Oderhochflut, welche für manche Uferstationen die höchste des 19. Jahrhunderts geblieben ist, und die auch auf Ober-Ungarn, das Weichselgebiet und das Quellgebiet der Elbe ausgedehnten Verheerungen luden ein zu monographischer Behandlung. In dreijähriger Arbeit gelang Herrn Mann das Sammeln des in den Tagesblättern und einer weitschichtigen Literatur, staatlichen Archiven und den Aufzeichnungen von Sternwarten und meteorologischen Stationen zerstreuten Stoffs und dessen Verarbeitung. Sie war nach der meteorologischen Seite besonders schwierig. Ein Netz von 20 Stationen, das über Mitteleuropa bis Paris, London, Ullensvang, Archangel, Petersburg, Warschau, Kiew, Budapest, Padua, Mailand sich ausbreitete, bot die erst durch schwierige Reduktionsrechnungen vergleichbar gemachten Einzelergebnisse für die Konstruktion von je drei täglichen Isobaren- und Wetterkarten der letzten August-Dekade. Die so weit zurückgreifende Anwendung der modernen synoptischen Methode enthüllte den Gang des Barometerminimums, das, von der Poebene nordostwärts wandernd, über der ungarischen Ebene mehrere Tage verweilte, ehe es mit allmählicher Verflachung gegen den Finnischen Busen weiterzog.

(Die inhaltreiche Monographie wird im Jahrbuch der Kgl. preuss. Landesanstalt für Gewässerkunde zum Abdruck gelangen.)

Diskussion. Herr E. Brückner-Halle a. S. erinnert an eine methodisch ähnliche frühere Arbeit, die von der Hamburger Seewarte herausgegebene Wetterkarte, die den 100 Jahre zurückliegenden Geburtstag Kaiser Wilhelms I. aus den alten Angaben meteorologisch darstellte. Die Schwierigkeit solcher Untersuchungen wird hervorgehoben.

Herr Wilhelm Krebs-Grossflottbek: Die von Mann kartierten und in ursächlichen Zusammenhang mit dem Hochwasser gebrachten Vorgänge in der Luftdruckverteilung über dem mittleren Europa stehen in sehr scharfer Übereinstimmung mit meiner zuerst auf der Naturforscherversammlung zu München 1899 mitgeteilten und im Archiv der Deutschen Seewarte 1900 veröffentlichten Anschauung von der Entstehung der östlichen Hochwasserdepression durch östliche Interferenz. Über die weiteren Fortschritte der darauf gegründeten meteorologischen Hochwasserprognose werde ich morgen in der Abteilung Geophysik Genaueres mitteilen.

3. Herr C. LÜDECKE-Breslau: **Die Beschaffenheit des Wassers der Flüsse des Riesengebirges, der Schweidnitzer Weistritz und der Oder.**

(Die Untersuchungen werden in den „Mitteilungen der landwirtschaftlichen Institute der Universität Breslau", Verlag P. Parey-Berlin, abgedruckt werden.)

Diskussion. Herr W. KREBS-Grossflottbek: Von geographischem Interesse dürfte der Umstand sein, dass der Rekord der Schlammführung nicht dem nordamerikanischen Gila, sondern wahrscheinlich dem chinesischen Peiho-System angehört. Es ist tatsächlich vorgekommen, dass dessen Unterlauf, zwischen Tientsin und Taku, in trocknen Jahren die Schiffahrt erlaubte, in regnerischen nicht. Die von einem Ingenieur DE LINDE projektierte, in den Jahren 1899 bis 1904 ausgeführte Korrektion hat anscheinend wenigstens diesem, dem Seeschiffsverkehr dienenden Teil des Flusses die Schiffbarkeit wieder in allen Jahren gesichert.

---

2. Sitzung.

Gemeinsame Sitzung mit der Abteilung für Geophysik und Meteorologie.

Dienstag, den 20. September, nachmittags $3^1/_2$ Uhr.

Vorsitzender: Herr E. BRÜCKNER-Halle a. S.

Zahl der Teilnehmer: 27.

4. Herr J. SCHUBERT-Eberswalde: **Über den Einfluss der Bewaldung auf die Niederschläge in Schlesien.**

(Der Vortrag liegt abgedruckt vor: „Wald und Niederschlag in Schlesien", Eberswalde 1904.)

Diskussion. Herr STEFFENS-Berlin fragt, ob die relative Feuchtigkeit der Luft über dem Walde nicht die Ursache der Niederschläge sein kann.

Der Vortragende erwidert, dass nach den bisherigen Beobachtungen die Unterschiede des Feuchtigkeitsgehaltes zu gering seien, um die Erhöhung der Niederschlagsmenge zu erklären.

Herr J. PARTSCH-Breslau erkennt die Originalität der Untersuchung an, bezweifelt jedoch den Wert der Höhenlage an sich; viel mehr bedeute die Exposition. Es sei wünschenswert, die Rechnung nicht auf ein isoliertes Gebiet, sondern auf ein kompaktes Waldgebiet, wie das oberschlesische der rechten Oderseite, im Gegensatze zu benachbarten waldfreien Ebenen zu gründen.

Der Vortragende erwidert, sämtliche 6 Regenmessfelder lägen in der Ebene, sodass ihre Verhältnisse mit der umliegenden Ebene und unter sich vergleichbar seien.

Herr SCHMIDT-Potsdam betont den Wert von solchen vorläufigen Untersuchungen, wie sie der Vortragende gibt, weil gewisse Beziehungen dadurch erklärt werden.

Herr W. KREBS-Grossflottbek: In der gestrigen Sitzung der Abteilung Geophysik sind wir uns darüber einig geworden, dass die Niederschlagsbildung nicht so sehr mit dem Höhenunterschiede, als vielmehr mit der Bodenneigung steigt. Damit dürfte der von dem Herrn Vortragenden erwähnte, die Niederschlagsvermehrung verdoppelnde Einfluss einer Waldgrenze, die jedenfalls bei Hochwald einer steilen Erhebung gleicht, zusammenhängen.

Der Vorsitzende, Herr BRÜCKNER-Halle a. S., glaubt, dass für die verschiedenen Höhenlagen verschiedene Werte der Niederschlagszunahme sich finden werden.

Herr SCHUBERT-Eberswalde meint, dass bei den geringen Höhendifferenzen in Oberschlesien dieser Wert indifferent sei. Wichtiger sei der Windschutz für den Regenmesser.

5. Herr H. HESS-Ansbach: **Der Betrag der Gletschererosion.**

Auf der grossen Mittelmoräne des Hintereisferners, die von den Felsabhängen der Langtauferer Spitze abwärts zieht, liess ich im Jahre 1903 eine Fläche von ca. 5 m Breite und etwa 20 m Länge vom Schutt frei legen. Die Naht, längs welcher sich der Hauptgletscher und der Zufluss vom Langtauferer Joch berühren, durchzog diese Fläche der Länge nach in der Mitte. Schon nach Ablauf von 10 Tagen war hier eine Schuttmenge ausgeschmolzen, aus welcher ich die Schuttdichte in der fast vertikalen Nahtwand zu 15 dm^3 pro m^2 schätzte. Ich habe im August dieses Jahres die an dieser Stelle im Laufe von 363 Tagen ausgeschmolzene Schuttmenge gemessen, und zwar, um möglichst sicher zu gehen, durch Wägung. Da die Abräumstelle von 2 Querspalten durchzogen wurde, deren obere Ränder je um 2—3 m von einander entfernt waren, so beschränkte ich das Nahtstück, auf das die Messung bezogen wurde, auf die zwischen den Spalten liegende Strecke von 12 m. Am Ablationspegel, der sich auf der schuttfrei gelegten Fläche befand, wurde die Abschmelzung zu 4,2 m gemessen. Die Wägung der ausgeschmolzenen Schuttmasse ergab 3590 Ko. Das entspricht, wenn das spez. Gewicht des Glimmerschiefers zu 2,7 angenommen wird, einer Schuttmenge von 1330 dm^3, die in einer Eiswand von $12 \times 4{,}2 = 50{,}4\ m^2$ enthalten war. Die Schuttdichte dieser Wand beträgt also an der Messungsstelle für 1903/04 $1330 : 50{,}4 = 26{,}5\ dm^3/m^2$. Diese Zahl stellt einen Minimalwert dar; es ist sicherlich eine messbare Menge der ausgeschmolzenen Steine und des feineren Gruses in die Spalten gefallen, bezw. verschwemmt; zudem war die eine der Spalten von einem 0,9 m^3 grossen Block überbrückt, der mit zu dem Material gehört, das aus der Naht ausschmilzt. Dieser Block wurde in die 1330 dm^3 nicht eingerechnet.

Wollen wir nun entscheiden, woher das Material der Schuttwand stammt, so lässt sich dies folgendermassen durchführen. Von der Ursprungsstelle der Moräne bis zur Ausschmelzstelle mussten die Steine eine Strecke von 3300 m zurücklegen. In der Zeit, während welcher dies geschah, fand der letzte Vorstoss des Hintereisferners statt, so dass man wohl mit einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 40 m rechnen und demnach für den Zeitraum, in welchem die Wegstrecke von 3300 m passiert wurde, rund 80 Jahre ansetzen darf. Längs der ganzen Strecke betrug die Abschmelzung pro Jahr etwa 2 m im Mittel. Würde also die Eismasse talwärts gepresst, ohne abzuschmelzen, so müsste die jetzt ausgeschmolzene Schuttmenge 160 m unter der Eisoberfläche liegen. Um eben diesen Betrag müssen aber diese Steine auf dem Boden der beiden Gletscherarme von der Vereinigungsstelle der letzteren entfernt gewesen sein, denn der Ursprung der Mittelmoräne liegt fast genau an der Firngrenze und nur wenige Meter unter der Grenze der Gletscheroberfläche während des letzten Hochstandes.

Was an Schuttmaterial an dieser Stelle auf den Gletscher kommt, kann nicht mehr in das Innere desselben gelangen. Die ausgeschmolzene Schuttmenge muss daher auf der Sohle der beiden Gletscherarme fortbewegt worden sein und stammt entweder vom Boden des Gletscherbettes, oder von der Umrahmung desselben. Die zugehörigen Bewegungslinien verlaufen auf den Firnoberflächen (unter Berücksichtigung der Neigung des Firnbettes) etwa 120 m vom Gletscherrand entfernt und haben ihren Ausgangspunkt etwa in 3300 m Höhe auf dem verfirnten Ostgrat der Langtauferer Spitze. Von hier an hätte man, auf beiden Seiten der trennenden

Felsen einen Streifen von im Mittel wenig mehr als 4,2 m Breite (da die Dichte des Eises nur wenig Änderung erfährt) als Spur der Schuttmasse abwärts zu ziehen bis zur Ausschmelzstelle. Da unter dem verfirnten Grat die Felsverwitterung nicht beträchtlicher sein kann, als unter der übrigen Firndecke, so muss das aus der Naht ausgeschmolzene Material als vom Gletscherbette stammend betrachtet werden.

Die Schuttdichte von 26,5 dm^3/m^2 stammt also von 2, sagen wir 5 m breiten Streifen der beiden Firnböden; d. h. jedes m^2 der Gletschersohle hat, eine gleichmässige Verteilung angenommen, $13{,}25 \cdot 4{,}2 : 5 = 11{,}1$ dm^3 Schutt vom Boden her aufgenommen. Nimmt man die mittlere Oberflächengeschwindigkeit längs der Bewegungszylinder, die den Schuttspuren entsprechen, zu 16 m und die Grundgeschwindigkeit ein Viertel davon (nach dem Ergebnis der Bohrungen darf man fast $^1/_2$ annehmen), also zu 4 m pro Jahr, so ergibt sich, dass im Mittel von jedem m^2 des Firnbodens längs der betrachteten Streifen 44,4 dm^3 Schutt pro Jahr entfernt werden, d. h. dass der Firnboden jährlich um ca. 44 mm erniedrigt wird. Es leuchtet sofort ein, dass die entsprechende Schuttmenge nicht etwa schon vor der Einlagerung des jetzigen Hintereisgletschers in sein Bett dagewesen sein kann; denn wenn man auch nur 500 Jahre für den Bestand ansetzen dürfte, so müsste die Schuttdecke 22 m dick gewesen sein, was gewiss sehr unwahrscheinlich ist. So bleibt nur die Annahme übrig, dass auf der Sohle des Firns eine beständige Verwitterung des Felsens stattfindet und dass die Produkte dieser Abwitterung mit dem Eis talwärts wandern.

Unsicher sind bei der vorstehenden Berechnung nur die Annahme gleichmässiger Schuttdichte längs der ganzen Schuttwand und die Angaben über die Grundgeschwindigkeit; aber selbst wenn für die letztere ein noch geringerer Betrag anzusetzen ist, als der benutzte, ergeben sich für die Erosionsgrösse des Gletschers noch Werte, die es vollständig rechtfertigen, wenn man den Gletschern der Vorzeit einen wesentlichen Anteil an der Talbildung und der Modellierung der Gebirgsoberflächen zuschreibt.

Um die Schwankungen des Schuttinhaltes der Innenmoränen zu bestimmen, habe ich nun an 8 Stellen der Hintereismoräne, an 2 Stellen der grossen Moräne des Hochjochferners und an einer Stelle der kleinen Innenmoräne am linken Rand des Vernagtferners den Schutt wegräumen lassen. Überall zeigte sich schon nach wenigen Tagen eine beträchtliche Schuttmenge neu ausgeschmolzen, und im nächsten Jahre wird zur genaueren Bestimmung der Erosionsgrösse schon wesentlich mehr Material vorliegen als heute.

---

3. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr H. Meyer-Leipzig.

Zahl der Teilnehmer: 27.

6. Herr K. Oestreich-Marburg a. H.: **Über die Eiszeit im nordwestlichen Himalaya.**

Wie für die hohen Mittelgebirge der Balkanhalbinsel, so wurde auch für das gewaltige Hochgebirge des Himalaya das Vorhandensein von Spuren einer eiszeitlichen Vergletscherung geleugnet. Auch bis auf den heutigen Tag sind nur dürftige Angaben über einzelne Vorkommnisse von Moränen, Rundhöckern, Karseen u. s. w. veröffentlicht worden. Der Vortragende, der im Jahre 1902 die Expedition von Dr. W. H. Workman und Frau Fanny Bullock Work-

MAN nach Baltistan als Topograph begleitete, richtete daher während der je einen Monat andauernden Hin- und Herreise vom südlichen Gebirgsrande zum grossen Tschocho-Gletscher[1]) sein hauptsächliches Augenmerk auf die morphologische Eigentümlichkeit der Täler und auf ihre Ablagerungen. Geognostisch in grossen Zügen bekannt, ist der nordwestliche Himalaya, was die topographische Durchforschung anlangt, noch so gut wie unbekannt. Wir kennen die Talrichtungen und haben einige Höhenangaben. Brauchbare morphologische Daten hat uns der einstige Topograph des Landes, GODWIN-AUSTEN, und vor allem FREDERIC DREW in seinem Werke: The Jummoo and Kashmir Territories (London 1875) geliefert.

Der Vortragende kam nun während seiner Reise durch eifriges Studium der Talformen, durch beständiges Zeichnen und Vergleichen, durch das Studium eines der grössten heutigen Gletscher des Himalaya zu viel bestimmteren Vorstellungen, vor allem über das Ausmass der eiszeitlichen Vergletscherung in dem nordwestlichen Himalaya. Über die Anzahl der einzelnen Vorstösse der Vergletscherung kann er nichts sagen. Es fehlen die topographischen Detailaufnahmen und -Karten. Es steht natürlicherweise auch noch die stratigraphische Untersuchung der ganzen Talablagerungen aus, Interglazialbildungen oder gar -Faunen und -Floren sind gänzlich unbekannt. Aber dass der Himalaya eine Eiszeit gekannt hat, wie die Alpen und andere besser untersuchte Hochgebirge, das hat sich mit Sicherheit ergeben, und für den kleinen Teil des gewaltigen Hochgebirges, den der Vortragende bereist hat, ist es ihm möglich gewesen, das Ausmass der eiszeitlichen Vergletscherung zu erkennen.

Noch jetzt birgt die nördlich des oberen Indus, vor seiner Umbiegung nach SW gelegene (unrichtigerweise meist Karakorum genannte) Mustak-Kette die — wenn man von den polaren Regionen absieht — längsten Gletscher der Erde, den Baltoro-, Biafo-, Hispar- und Tschocho-Gletscher. Es enthält im K_2 (fälschlich Dapsang genannt) den als zweithöchsten bekannten Berg der Erde. Diese Gletscher sollten, so erwarten wir von vorn herein, zur Eiszeit herabgestiegen sein, wenigstens bis ins Industal.

Dieses obere Industal, das so oft als Musterbeispiel angesprochen wurde für ein Längstal in einem Faltengebirge, ist ein echtes Längstal nur in seiner mittleren Teilstrecke, in Ladak; weiterhin ist es eine unsagbar wilde, wüstenhafte Erosionsschlucht. Und Formen, die der Eiswirkung ihre Entstehung verdanken, sah der Vortragende erst eine halbe Tagereise vor dem Eintritt des Flusses in das Becken von Skardu. Dieses ist die einzige beckenartige Erweiterung des oberen Induslaufes. In ihm empfängt der Strom den Shigar, der ihm die Schmelzwasser der erwähnten grossen Gletscher Baltistans (ausser dem des Hispar-Gletschers) zuführt. Ist das obere Industal zum Teil noch heute erfüllt von dünn geschichteten, fluviatilen Ablagerungen, dabei aber ein tief eingeschnittenes Engtal, so ist das Shigartal ein Tal der glazialen Ausräumung. Das Becken von Skardu aber war, wie der Vortragende nachweisen konnte, mindestens zu einer relativen Höhe von 300 m mit Eis erfüllt.

So merkwürdig einfach liegt der Beweis vor Augen. Die Talsohle des hier einmündenden Shigartals ist von der des Industals geschieden durch einen Bergsporn von etwa 300 m Meereshöhe. Dieser Bergsporn ist aufgelöst in etwa 6 gewaltige Klötze. Nackt und starr erheben diese sich aus den gelben Sandterrassen und Sanddünen, aus der Wüste. Das hat der

1) Chogo Loomba der Karten.

Gletscher nicht zustande gebracht. Wenigstens fehlt für eine derartige „zerbrechende“ Wirkung des Eises dem Vortragenden jede Analogie in der bekannten, uns zugänglichen Natur. Es muss Wüstenwirkung sein, denn wir befinden uns hier in der Wüste, in einem Spielplatz der Sandstürme, in einem Gebiet starker Insolation, grosser Trockenheit und fast vollständiger Vegetationslosigkeit, wo nicht durch künstliche Bewässerung die Anlage von Oasen möglich gewesen ist. Aber auf den einzelnen Klötzen dieses zerbrochenen Bergspornes sind die Moränen erhalten geblieben, liegen Blöcke von fremdem Material, von einer Grösse, wie sie kein Fluss in einer Talebene zu rollen vermag.

Auch in allgemein morphologischer Beziehung bietet das Becken von Skardu grosses Interesse. Der Indus fliesst zwischen den beiden äussersten Einzelklötzen des zerbrochenen Bergspornes hindurch, statt sie zu umfliessen, und an den äussersten der Klötze, den immer noch 300 m hohen Burgfelsen von Skardu, legt sich eine gegen das Hauptgehänge sich verflachende Terrasse, die etwa 50 bis 60 m über den Fluss aufragt, und deren sandige Schichten Stauchungserscheinungen zeigen, die übrigens schon von anderen beobachtet waren und Schlüsse auf eine zweimalige Vereisung ziehen liessen. Der Indus oberhalb des Beckens von Skardu wurde aufgestaut, er erhöhte sein Bett durch Sandablagerungen.

Ausser dem Tal des Shigar mündet nur noch ein ebensohliges Tal im Becken von Skardu in den Indus, und das ist das von Süden her kommende Tal des Satpa-Tschu. Es ist an seinem Ausgang durch eine gewaltige Moräne gesperrt, hinter dem es den blaugrünen Alpensee: Satpa-Tso, enthält, eine echte Moränendammwanne. Aus dieser Moräne hervor ergiesst sich gerade auf Skardu zu ein gewaltiger Schuttkegel. In viele Rinnsale geteilt, fliesst der Satpa-Bach auf diesem nach Skardu und schafft blühendes Land mitten in der steinigen oder sandigen Wüste.

Eine gewaltige Gletscherentwicklung fand ferner auf der 2000 bis 2500 m südlich über dem (2200 m hohen) Becken von Skardu gehobenen Rumpffläche (Peneplain) der Deosai statt. Ihre Umrandung trägt Karseen, Moränen bauen die einzelnen Wellen auch in dieser eigentümlichen Hochebene auf.

Auf Einzelheiten sei hier nicht eingegangen. Es sei nur noch ein Blick geworfen auf die vorderen Hochketten des Gebirges. Auch diese hatten ihre eiszeitliche Vergletscherung; denn auch heute noch reichen sie in die Schneeregion, haben Firnfelder und Gletscher, und die Erscheinungen der Eiszeit sind ja nichts anderes als die verstärkten und vergrösserten Erscheinungen der Gegenwart.

In der Talebene von Kashmir fand Vortragender — vielleicht nur der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit wegen (?) — keine absolut sicheren Anzeichen dafür, dass eiszeitliche Gletscher bis auf die 1500 m hoch gelegene Sohle hinabreichten. Im Sindtal sah er die letzten Rundhöcker bei dem Dorfe Gund, etwa 40 km oberhalb der Kashmir-Ebene. Aber im Djilam-Tal, unterhalb Kashmir, stiegen die Gletscher die Gehänge hinab, und die Talsohle war eine Strecke lang vereist. Davon legen Zeugnis ab gewaltige Blockmoränen von Banihar bis Brankutri. Hier glaubt der Vortragende eine Endmoräne konstatiert zu haben, die in typischer Weise in fluvioglaziale, geschichtete Ablagerung übergeht.

So sind also die heute in 3000—3300 m endigenden Talgletscher der Mustak-Kette wenigstens bis 2200 m herabgestiegen. In der vordersten Hochkette aber an den steileren Gehängen bis etwa 1200 m. Erstaunt möchte

man fragen warum diese Resultate nicht längst von anderen erzielt worden sind. Aber zum Teil arbeiteten die Geologen oder geologisch gebildeten Besucher dieser Gegenden nach anderen Methoden, waren Stratigraphen und Palaeontologen, zum Teil waren sie unter dem Eindruck entgegenstehender Anschauungen der Autoritäten zu unsicher oder zu ungeübt, die glazialen Formen, die wir gewohnt sind in der Mattenregion zu finden, auch im Urwald oder in der Wüste zu sehen. Man stiess sich an der behaupteten Seenarmut des Gebirges und vergass, dass die Wassererfüllung eine klimatische und nur die „Wanne" eine morphologische Erscheinung ist. Um die Glazialgeschichte des Himalaya zu studieren, dazu gehört ebensoviel klimatische wie morphologische Kenntnis, ebensoviel klimatischer wie morphologischer Blick.

(Ein ausführliches Referat wird in der „Geogr. Zeitschrift" erscheinen.)

Diskussion. Der Vorsitzende hebt die Wichtigkeit und Schwierigkeit des Studiums diluvialer Glazialspuren in den Tropen hervor, bezweifelt indes die Notwendigkeit der Annahme eines Transportes der grossen Blöcke durch Gletscher. Der Nachweis ehemaliger Vereisung sei evident erst durch Nachweis von Endmoränen.

Der Vortragende erwidert, dass im Falle des Beckens von Skardu keine Veranlassung zur Heranziehung der Drifthypothese vorliege.

Herr Brückner-Halle a. S. weist auf den Transport grosser Blöcke durch Wildbachausbrüche hin, der in der Schweiz häufig zu beobachten sei. Wo die Blöcke sich weit von den Endmoränen befinden, dürfe an Eisbruch als Bewegungsursache gedacht werden.

Herr Oestreich-Marburg glaubt an seiner Auffassung festhalten zu dürfen, da die Gletscherspuren sich ja bis zu den behaupteten Moränen des Beckens von Skardu verfolgen lassen.

7. Herr Richard Leonhard-Breslau: **Forschungen im nördlichen Kleinasien.**

Der Vortragende hat das Gebiet zwischen der anatolischen Bahnlinie Eskischehr—Angora, dem Halys und dem schwarzen Meere auf drei längeren Reisen in den Jahren 1899, 1900 und 1903 allseitig durchquert. Durch die 2400 km betragende Ausdehnung der Routen Dr. Leonhards, von denen mehr als $^3/_5$ völlig neu sind, können die Itineraraufnahmen desselben, die in sich gut stimmen, die Grundlage für die topographische Karte des bisher recht wenig bekannten Gebietes abgeben. Als Probeblatt seiner Karte legt der Vortragende die Karte des Aidosdagh in 1:250000 vor. Die Höhenbestimmungen wurden stets an mehreren Aneroiden ausgeführt, die auf den letzten beiden Reisen durch Siedethermometer kontrolliert wurden. An korrespondierenden Beobachtungen von Wert sind nur die Aufzeichnungen der selbstregistrierenden Thermo- und Barographen der Eisenbahnstation Angora vorhanden. Durch mehrfachen Anschluss der Routen an die Bahntrace und den Meeresspiegel, sowie durch mehrfache Durchkreuzung der Routen ist das von L. gewonnene Netz von ca. 320 Höhenpunkten mit einer durchschnittlichen Sicherheit von $\pm$ 20 m festgelegt.

Der Gebirgsbau zeigt, wie an einer schematischen Skizze demonstriert wird, zwei gegen N konvexe Gebirgsbögen, deren Scharungszone zum Teil durch die sehr ausgedehnte galatische Andesitmasse überdeckt wird, deren Entstehung erst nach Abschluss der entscheidenden Faltung fällt.

Das Abflußsystem dieses Gebietes war bereits in den Grundzügen vorhanden, ehe die Andesitausbrüche eintraten.

Wichtiger als die Faltungsvorgänge sind die späteren Dislokationen geworden. Die auf der Karte auffallenden parallel der Küste streichenden Täler sind nicht in der Faltung begründet, also keine Längstäler, sondern durch Bruchsysteme hervorgerufen, die das ganze Land durchsetzen und wesentlich O-W. streichen. Dagegen verlaufen kleinere Flusstäler (scheinbar Quertäler) oft im Streichen der Schichten.

Der unvermittelte Abfall des Gebirgslandes zu der hafenlosen Bruchküste des Schwarzen Meeres hat die Flüsse zu starkem Einschneiden gezwungen und ungewöhnlich steile Talböschungen geschaffen. Häufig liegen die Flussbetten 1000 m unter den Plateaus. Die mittlere Höhe der Rücken ist 12—1600 m. Die höheren Erhebungen sind teils andesitisch, wie der von Leonhard bestiegene Calderaberg Köroglu (2315 m), teils der Schieferzone angehörig, welche die grössten Höhen, darunter den ca. 2700 m hohen domförmigen Ilgas besitzt.

Die klimatischen Verhältnisse des Gebietes werden wesentlich durch die über das Schwarze Meer kommenden N- und NO-Winde bedingt, welche der Nordküste starke Niederschläge zuführen, aber ihr auch durch niedrige Temperatur einen rauheren Charakter verleihen, als der geographischen Breite entspricht. Die aufsteigenden Luftmassen, welche Niederschläge bringen, überschreiten nicht eine bestimmte Grenze, die durch wenig ansteigende Höhenzüge gegeben ist und in auffälliger Weise der Küste parallel läuft. Der Einknickung der Küstenlinie bei Eregli entspricht eine Einbuchtung, welche das galatische Hügelland um Beybazar in den schärfsten Gegensatz zu den benachbarten Gebieten bringt. Dieser Teil gehört schon dem trockenen, vegetationslosen Innern an und zeigt Anfänge von Wüstenbildung. Der scharfen Grenze zwischen der zentralen Steppenzone und der peripherischen, welche mehr mitteleuropäischen Charakter trägt, entspricht annähernd die südliche Grenze des Waldes. Durch die Steilheit der Gehänge ist ein Teil der Wälder noch erhalten, im grössten Umfange in der über der Bruchküste gelegenen Hochfläche und besonders ursprünglich im östlichen Bithynien, wo die ununterbrochene Urwaldzone von S nach N 40 km breit ist.

Der exzessive Charakter des Klimas kommt in der niedrigen Lage der vegetativen Höhengrenze zum Ausdruck. Die obere Waldgrenze liegt 1900 m hoch; der Ackerbau (Gerste) erreicht auch im südlichen Teile nicht mehr 1500 m, in 12—1300 m gedeiht keinerlei Obst mehr. Die Gegensätze der Tag- und Nachttemperaturen sind dafür zu gross. Das Land wird auch mehr durch Viehzucht als durch Ackerbau ernährt. Die Sommerweiden der Schaf- und Ziegenherden, von denen die Angoraziegen die geschätzte Mohairwolle liefern, liegen in 900—1950 m Höhe.

Der Verkehr ist durch die zahlreichen tiefen Täler sehr erschwert. Verkehrswege von grösserer Bedeutung fehlen fast völlig. Als Verbindungswege dienen meist die Bachbetten. In dem sehr dünn besiedelten Gebiete sind die Marktplätze meist unbewohnte Örtlichkeiten mit Moschee und Buden, die nur einmal wöchentlich aufgesucht werden. Hier herrscht noch Tauschhandel; das Land befindet sich noch in der Naturalwirtschaft und ist erst unter Sultan Mahmud aus der Herrschaft unabhängiger Feudalherren in die einer unverständigen Bureaukratie übergegangen. Merkwürdigerweise ist die Erinnerung an diese nur ca. 75 Jahre zurückliegende Zeit im Volke gänzlich erloschen.

Die reichen Schätze des Bodens an Erzen und Salz, die rationelle Verwertung der oft wunderbar fruchtbaren Talstrecken und der üppigen

Wälder wird erst nach Aufschliessung des Landes durch ein leistungsfähiges Verkehrsnetz möglich werden.

(Die Ausführungen des Vortragenden erfolgten unter Erläuterung durch dessen photographische Aufnahmen, von denen 36 in starker Vergrösserung reproduziert ausgestellt waren.)

Diskussion. Der Vorsitzende hebt den vom Vortragenden gefundenen Zusammenhang des Auftretens der Andesitausbrüche von Galatien mit der Scharungszone zweier Gebirgsbögen hervor, während die STÜBELsche Theorie jeden Zusammenhang vulkanischer Erscheinung mit tektonischen Störungen ablehne.

8. Herr CARL MOMMERT-Schweinitz: **Zur Geographie, Topographie und Kartographie Palästinas in unseren Schulen.**

Die Gelegenheit, welche die modernen Verkehrsmittel darbieten, schnell, billig, ungefährdet und ohne übermässige Strapazen überallhin gelangen zu können, ist wohl kaum einer anderen Wissenschaft so sehr zustatten gekommen als der Erdbeschreibung, und es gibt heute kaum noch ein irgendwie interessantes Plätzchen auf der Erde, das noch von keinem Reisenden erforscht und von keinem Geographen wenigstens annähernd zuverlässig beschrieben worden wäre.

Nur auf einem Lande scheint mit Bezug auf seine Geographie, Topographie und Kartographie ein gewisser Fluch zu lasten — und dieses Land ist das sog. Heilige oder Gelobte Land, Palästina. Jährlich ziehen Hunderte, ja Tausende als Touristen oder als Pilger dahin, und auch an Forschern fehlte es nicht, welche dieses Land zum Gegenstande ihrer Studien machten. Engländer, Franzosen, Russen und Deutsche haben seit einem halben Jahrhundert in rühmlichem Wetteifer ausgedehnte topographische Forschungen, Ausgrabungen und kartographische Aufnahmen dort veranstaltet, während Stubengelehrte die Ergebnisse dieser Forschungen daheim mit vielem Fleisse sammelten und sie weiteren Kreisen zugänglich machten. Allein die Früchte dieser Arbeiten vermodern vielfach im Staube der Bibliotheken, ohne dass selbst die zunächst interessierten Kreise, insonderheit die Schulen, Notiz davon nehmen. Ja, es scheint zuweilen, als ob die Schule sich geradezu die Aufgabe gestellt hätte, verschiedene von der Wissenschaft längst berichtigte Irrtümer in dem Volksbewusstsein festzunageln.

So ist die Fabel von dem Bache Kidron bei Jerusalem längst widerlegt. Der „Nachal Kidron“, von dem der hebräische Text der heil. Schrift berichtet, oder der „Cheimarrhos Kidron“, wie die griechische Übersetzung der Septuaginta ihn nennt, ist kein Bach, sondern eine dürre Talschlucht, die nur bei Regenwetter Wasser führt, was schon die Bedeutung des aus „Cheima“ (Regen) und „rheo“ (fliessen, abfliessen) zusammengesetzten Wortes „Cheimarrhos“, d. i. „Regenwasser-Abfluss“, nahe legt. Da indessen unerleuchtete Bibelübersetzer die Worte „Nachal Kidron“ oder „Cheimarrhos Kidron“ mit „Bach Kidron“ wiedergegeben haben, so haben die Verfasser der für den Schulgebrauch vorgeschriebenen sog. Biblischen Geschichten es für gut gefunden, an der Fabel von dem Bache Kidron festzuhalten, und infolge dessen hat diese Fabel durch die Schule sich so tief und fest in unser Volksbewusstsein eingeprägt, dass jeder in den Verdacht der Ketzerei gerät, der es wagt, die Existenz dieses Baches in Abrede zu stellen.

Wie nun aber die meisten Irrtümer nicht nur durch zähe Lebenskraft, sondern auch durch üppiges Rankenwerfen sich auszuzeichnen pflegen, so hat

auch die Fabel von dem Bache Kidron gar wundersame Zweige, Blätter und Blüten getrieben. Da ein Bach naturgemäss Ufer haben muss, so lässt HERMANN JAHNKE in Ferdinand Hirts Lesebuch (Ausgabe G, Breslau 1900, Vierter Teil, S. 289) in dem Lesestücke 222 (Zwei Hohenzollernreisen nach Jerusalem) den Kronprinzen Friedrich Wilhelm an den „Ufern des Kidron" spazieren gehen. Noch einen Schritt weiter geht der Verfasser eines seit einem Menschenalter allgemein auf unseren katholischen Gymnasien und Realschulen amtlich eingeführten Religionshandbuches, indem er den vermeintlichen Bach Kidron nebst einem angeblichen Bache von Kapharnaum zu „Nebenflüssen des Jordan" stempelt.

Die angezogene Stelle lautet, indem ich nach der zehnten Auflage (Herder, Freiburg i. B. 1900, S. 11) zitiere: „Nebenflüsse des Jordan sind rechts der Bach von Kapharnaum und der Bach Kidron."

Mehr kann man von einem königl. preussischen Schulbuche wirklich nicht verlangen, zumal Kapharnaum am See von Tiberias liegt, und wenn bei dem Orte ein Bach sich befände, was aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist, dieser in den See, nicht aber in den Jordan sich ergiessen würde. Ebenso ist es bekannt, dass die Kidronschlucht von Jerusalem aus in südöstlicher Richtung nach dem Toten Meere, nicht aber in nordöstlicher Richtung nach dem Jordan ausläuft, so dass auch der Bach Kidron, wenn es einen solchen gäbe, sein Wasser nicht in den Jordan, sondern ins Tote Meer abgeben würde.

Dass solches einem im übrigen sehr umsichtigen Autor begegnen konnte, lässt sich erklären. Die Pietät, mit welcher die gläubige Kinderseele das, was sie in der Schule lernen muss, und was der Lehrer ihr mit der ganzen Autorität seines Amtes als wahr verbürgt, in sich aufnimmt, ist in der Regel so gross, dass selten ein guter Schüler daran denkt, das in der Schule Vorgetragene und schwarz auf weiss in seinem Schulbuche Gedruckte auf seine Richtigkeit hin einer Prüfung zu unterziehen. Dass aber Hunderte von Religionsprofessoren, die nach diesem Handbuche zu unterrichten hatten, einen so offenbaren Irrtum, über welchen ein Blick auf die Schulwandkarte schon sie aufklären müsste, ein ganzes Menschenalter hindurch als geographische Wahrheit vortragen konnten, ohne dass auch nur einer von ihnen den Irrtum bemerkte und dagegen Front machte, das überschreitet das Mass des Erlaubten.

* * *

Nicht besser als mit der Geographie ist es mit der Topographie des heil. Landes in unseren Schulen bestellt.

Durch alle Stufen des Unterrichts wird die deutsche Jugend dahin belehrt, dass die ursprüngliche Felshöhle, welche nach der Schrift das Grab des Herrn bildete, heut noch vorhanden und nur durch eine Marmorumkleidung dem Auge entrückt sei, während tatsächlich die alte biblische Felshöhle seit 900 Jahren gar nicht mehr besteht, ebensowenig wie ein Sarkophag sich dort befindet oder jemals dort sich befunden hat oder die Vorhöhle aus Backsteinen gemauert ist.

Eines der neueren Beispiele, wie sehr eine irreleitende Schulbildung selbst umsichtige und verständige Männer vollständig gefangen zu nehmen imstande ist, so dass selbst eine persönliche Anwesenheit an Ort und Stelle sie nicht von dem Banne des Irrtums zu befreien vermag, bietet der bekannte und in letzter Zeit so viel genannte ehemalige Oberhofmeister der deutschen

Kaiserin, Freiherr Ernst von Mirbach, welcher die Majestäten auf der Reise zur Einweihung der Erlöserkirche nach Jerusalem begleitete und dann in Potsdam drei Vorträge darüber hielt, die er im Jahre 1899 unter dem Titel: „Die Reise des Kaisers und der Kaiserin nach Palästina“, bei Mittler & Sohn zu Berlin im Druck erscheinen liess.

Hier lesen wir auf Seite 39: „Von der kleinen vorderen, reich mit Gold, Silber, Marmor und Mosaik geschmückten, von den wertvollsten Ampeln erleuchteten Kapelle, in welcher etwa 6 Menschen Platz haben, führen einige Stufen durch eine schmale, niedrige Tür in die zweite, das heilige Grab, hinab. Hier funkelt alles von Marmor, Gold und Edelsteinen; es ist ein kleiner Raum für drei bis vier Menschen, zur Rechten ein uraltes, jetzt mit Marmor bekleidetes, von goldenen Ampeln erleuchtetes Felsengrab.“

Dass kein solches Felsengrab seit 900 Jahren mehr besteht, ist allbekannt, — aber Freiherr von Mirbach will es trotzdem bei seiner Anwesenheit in Jerusalem gesehen haben. Ja noch mehr, derselbe Freiherr von Mirbach behauptet, dass „einige Stufen **durch eine schmale, niedrige Tür** in das heilige Grab hinabführen“, — während doch tatsächlich beide Kapellen, die vordere, die sog. Engelskapelle, und die hintere, die heil. Grabkapelle, ganz und vollkommen in derselben Ebene liegen.

Nicht weniger klassisch, d. i. an die Schulirrtümer sich anlehnend, ist das, was Freiherr von Mirbach über Golgatha in dem genannten kleinen Schriftchen (auf Seite 40) schreibt, wo wir zu unserem Erstaunen lesen: „Wir gingen von hier durch die gold- und marmor-leuchtende sogenannte griechische Kathedrale, die alte Kreuzfahrer-Kirche, hindurch und dann etwa dreissig Stufen hinauf zu der Golgatha-Kapelle. Sie umschliesst den Felsenhügel, auf welchem Christi Kreuz gestanden haben soll. Der Fels tritt in der Kapelle zu Tage und hat einen tiefen Riss, welcher nach der Tradition bei dem Tode des Heilands entstand, und durch welchen in eine unter dem Felsen befindlichen Höhle — jetzt eine glänzende Kapelle, welche die Majestäten auch besuchten — das Holz des Kreuzes hindurchfiel und von der frommen Kaiserin Helena aufgefunden wurde.“ —

Ich würde, wenn Freiherr von Mirbach nicht die Majestäten begleitet hätte, darauf schwören, dass er nie einen Fuss in die heil. Stadt gesetzt und dass er seine in der genannten kleinen Schrift niedergelegten drei Vorträge lediglich aus unglücklich gewählten Vorlagen zusammengeschrieben hat.

Die Zahl der Stufen, die zur Höhe des Kalvarienfelsens emporführen, beträgt nämlich 18, beziehungsweise an einer anderen Treppe 19, aber nicht, wie Mirbach sagt, „etwa dreissig“. Der Felsenriss endlich, welcher oben auf Golgatha sichtbar ist, reicht wahrnehmbar kaum einen halben Meter hinab, und wenn der Riss sich tatsächlich noch weiter hinab fortsetzen sollte, so ist er hier so eng, dass keine Stecknadel, viel weniger ein Zahnstocher oder gar ein Kreuz-Balken dort in die darunter befindliche Höhle hinabfallen konnte. Freiherr von Mirbach hat jedenfalls den Riss im Felsen gar nicht gesehen, sonst hätte er sich von den Schelmen, die ihm aufgebunden, dass das Kreuzholz durch diesen Spalt in die unter der Kreuzesstätte befindliche Höhle hinabgefallen sei, nicht dupieren lassen. Selbstverständlich hat auch die „fromme Kaiserin Helena“ das Kreuzholz nicht hier, sondern an einem anderen Orte, der in der sog. Helenakirche gezeigt wird, gefunden.

* * *

Die auf die Kartographie des heil. Landes bezüglichen Ausführungen des Redners konnten nicht zum Abdruck kommen, weil kein Raum dafür zu Gebote stand. Bemerkt sei nur, dass ein neuer Stadtplan des alten Jerusalem vorgelegt und das Erscheinen einer mehrfach berichtigten Bearbeitung der FISCHER-GUTHEschen Wandkarte von Palästina von Dr. MOMMERT und E. WAGNER (für kath. Schulen) in dem Verlage von Wagner & Debes in Leipzig für die nächste Zeit angekündigt wurde.

Diskussion. Der Vorsitzende bestätigt den vorliegenden Mißstand einer schlechten Reiseliteratur, deren unrichtige Angaben in populäre Werke sowie in Schulbücher übergehen.

II.

Abteilung für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

(No. VIII.)

Einführende: Herr C. HINTZE-Breslau,
Herr F. FRECH-Breslau,
Herr G. GÜRICH-Breslau,
Herr L. MILCH-Breslau.

Schriftführer: Herr W. VOLZ-Breslau,
Herr A. SACHS-Breslau,
Herr G. BAUMANN-Breslau,
Herr J. WYSOGÓRSKI-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr L. MILCH-Breslau: Über die Entstehungsweise der Tiefengesteins-Massive.
2. Herr G. GÜRICH-Breslau: Granit und Gneis, ein Beitrag zur Lehre von der Entstehung der Gesteine.
3. Herr L. MILCH-Breslau: Demonstration neuer petrographischer Diapositive.
4. Herr C. HINTZE-Breslau: Demonstration kristalloptischer Verhältnisse mit Hilfe eines neuen Projektionsapparates.
5. Herr C. RENZ-Breslau: Über die Stratigraphie des westgriechischen Mesozoicums.
6. Herr A. SACHS-Breslau: Über ein Vorkommen von Jordanit in den oberschlesischen Erzlagerstätten.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr J. NIEDZWIEDZKI-Lemberg.

Zahl der Teilnehmer: 25.

Der erste Einführende, Herr C. HINTZE-Breslau, begrüsste die Teilnehmer und gab einen kurzen Überblick über die Pflege und Entwicklung der Mineralogie und Geologie in Breslau. Sodann sprach:

1. Herr L. MILCH-Breslau: **Über die Entstehungsweise der Tiefengesteins-Massive.**

Die bisherigen Theorien, welche die Entstehung der Tiefengesteins-Massive (die Erfüllung grosser Räume in der Erdkruste durch schmelzflüssige, innerhalb der Erdrinde auskristallisierende Massen) zu erklären suchen, lassen sich in drei Gruppen zerlegen; die Erklärung wird gegeben:

1. durch die Annahme praeexistierender oder durch Dislokationen entstehender Hohlräume, in welche die schmelzflüssigen Massen eindringen;
2. durch Auffassung der Tiefengesteins-Massive als Lakkolithen im engeren Sinne, d. h. durch die Annahme, dass die eindringenden schmelzflüssigen Massen die auflagernden Schichten aufwölben;
3. durch die Aufschmelzungs-Hypothese, die den für das Tiefengestein erforderlichen Raum durch Einschmelzen der Salbänder und des Hangenden zu gewinnen sucht.

In jüngster Zeit wurde versucht, die grossen petrographischen Schwierigkeiten, welche sich diesem letzten Erklärungsversuche entgegenstellen, durch die Annahme lang andauernden Losreissens von Teilen des Nebengesteins aus dem Dach und den Wänden des Schmelzflusses und Entfernung der losgerissenen Blöcke durch Untersinken in den Schmelzfluss hinweg zu räumen: „Aufstemmungs-Hypothese".

Vortr. vertritt die Anschauung, dass das Eindringen der Tiefengesteine in die feste Erdrinde wohl auch im Zusammenhang steht mit der Auflockerung einzelner Teile der Erdrinde. Die Gravitations-Bestimmungen der Geodaeten haben in fast allen untersuchten Faltengebirgen im Vergleich zur berechneten Schwere zu niedrige Werte ergeben (Massendefekte, Dichtigkeits-Verminderungen), die durch Auflockerung der unter dem Gebirge liegenden Teile der Erdrinde erklärt werden. Da nun Tiefengesteins-Massive sich wesentlich im gefalteten Gebirge finden, kann man annehmen, schmelzflüssige Massen seien in diesen, den geringsten Widerstand bietenden Teilen der Erdrinde leichter und somit häufiger emporgedrungen, als in den übrigen, nicht aufgelockerten Partien; sie erfüllen bei der Faltung sich bildende oder durch tektonische Vorgänge früher gebildete Hohlräume, resp. schaffen sich durch Zurückdrängen der aufgelockerten Massen Platz.

(Ausführlicher dargelegt sind diese Beziehungen in: L. MILCH, Über den möglichen Zusammenhang zwischen der Dichtigkeits-Verminderung [den Massendefekten] in der Erdrinde und der Entstehung der Tiefengesteins-Massive. Zentralblatt für Mineralogie etc., Jahrgang 1903, S. 444. Stuttgart 1903.)

2. Herr G. GÜRICH-Breslau: **Granit und Gneis, ein Beitrag zur Lehre von der Entstehung der Gesteine.**

Das Endziel der Erdgeschichte ist der Anfang aller Dinge auf Erden. Die geologischen Wissenschaften fingen in ihrem Entwicklungsgange so zu sagen bei diesen Endzielen an. Die Theorie von „KANT-LAPLACE" ist die Grundlage lange Zeit gültiger theoretischer Anschauungen gewesen. Der Vortragende empfiehlt auch für die „geologische Vorzeit" die Methoden des Aktualismus. Die Erscheinungen der Gegenwart sollen massgebend sein für die die Vergangenheit betreffenden Schlussfolgerungen. Die geologisch beglaubigte Vergangenheit, rückwärts das Praecambrium umschliessend, umfasst nur eine kurze Schlussphase der Entwicklung; ihr muss eine lange analoge Entwicklungszeit vorausgegangen sein. In jene unbekannte geologische Vorzeit verlegte man die Entstehung der rätselhaften kristallinischen Schiefer, die sich allenthalben

in der Unterlage der eigentlichen Sedimente finden. Fossilienfunde in den kristallinischen Schiefern führten zu der Theorie der Regionalmetamorphose und zu der Erkenntnis ihrer Beziehungen zu einer anderen Art der Umwandlung, der Kontaktmetamorphose. Verständlich wurde dadurch der Übergang von den normalen Sedimenten zu Phylliten, Glimmerschiefern und Gneisen. Rosenbusch legte den Gegensatz zwischen extremen Gneisgesteinen durch die Bezeichnung Para- und Orthogneise fest; wie jene aus den normalen Sedimenten, so entständen diese durch annähernd dieselben Agentien aus massigen Erstarrungsgesteinen, aus Granit.

Zwischen dem Granit und den Schiefern lassen sich in Schlesien verschiedene Beziehungen feststellen. Uebergreifende Lagerung der ältesten Sedimente über Granit hat der Vortragende in Schlesien (abgesehen von der Lausitz) noch nicht beobachtet. Sonst kommen drei Fälle in Betracht: 1. Schiefer und Granit stossen in einer tektonischen Linie aneinander (Moisdorf bei Jauer, Ostrandlinie der Sudeten); 2. die Schiefer sind vom Granit durchbrochen und der Kontaktmetamorphose unterworfen (bei Striegau am Streitberge, Nieder-Gutschdorf; Ritterberge; im Riesengebirge z. B. Kupferberg, Schneekoppe; Moltkefels); 3. die ältesten Sedimente stehen mit dem Granit durch die Vermittelung von Gneis in Verbindung. Im Jenkauer Schiefergebirge sind die vorher stark gefalteten sedimentären Schichten einer Druckschieferung ausgesetzt gewesen. Die Richtung dieser Schieferung stimmt überein mit der flach südwärts einfallenden Flaserung der unterlagernden Gneise von Gr. Wandris. Beide Erscheinungen werden auf die gleiche Ursache zurückgeführt, vielleicht auch die gleichartige Schalenbildung des Striegauer Granits. Die Gneisbildung erscheint somit als eine Steigerung des Vorganges der nachträglichen Schieferung der gefalteten Sedimente. An Regionalmetamorphose ist bei diesen Gneisen nicht zu denken. Die gemeinsame Ursache aller dieser Vorgänge ist nur im Granit zu suchen. Bei Gohlitsch an der Weistritz umschliesst der Granit eine 20 m mächtige Schieferscholle, die nach allen Richtungen von Granitgängen durchschwärmt ist. Pegmatitgänge durchsetzen Granit und Schiefer zugleich. Seitlich lösen sich die Schieferblätter in einzelne Glimmerschüppchen oder Hornblendekristalle auf; die Schieferlagen sind gelockert, durch granitische Substanz getrennt. Die Schiefer sind hier durch Granitinjektion zu einem gneisartigen Gestein umgewandelt. Der Granit selbst schliesst losgerissene kleinere Schieferschollen ein, enthält flammig angeordnete basische Streifenschlieren und ist reich an denselben Titanitkristallen, die sich im Schiefer finden. Ähnlich umgewandelte, bis $^1/_2$ m grosse Schiefereinschlüsse fanden sich im schlierigen Granit der Beatenhöhe bei Saarau. Bis handgrosse Schiefereinschlüsse kann man häufiger im Granit von Striegau wie im Riesengebirge in der Nähe der Schiefergrenze wie mitten im Granitmassiv (z. B. auch Qualkau am Zobten) beobachten. Noch verbreiteter sind dunkle Einschlüsse von massiger Struktur, die der Vortragende früher im Einklange mit der Rosenbuschschen Spaltungstheorie als basische Knotenschlieren bezeichnet hatte. Bei Häslicht (Striegau) fand sich eine solche Knotenschliere, in deren Mitte ein Schieferbruchstück eingeschlossen ist. Der Gedanke liegt nahe, dass die Knotenschliere durch das Einschmelzen des Schiefers im Granit entstanden ist. Basische Streifenschlieren finden sich bei Saarau und Gohlitsch, am Moltkefels und am Jubiläumswege am Fusse des Koppenkegels. Diese Schlieren werden hier nicht als Spaltungsprodukte des Magmas aufgefasst; sie müssen durch Aufnahme fremder Stoffe in das granitische Magma entstanden sein. Auch in der Technik erzielt man Schlierengläser durch Beimengung einzuschmelzender Zuschläge. Ebendieselben Erscheinungen wie im Schieferkontakt finden sich

auch gelegentlich mitten im Granitmassiv. Es wird daraus auf Einschmelzungsvorgänge im weitesten Umfange geschlossen. Im Andalusit- und Cordieritschiefer am Moltkefels ist ein Granat-Hornblendefelslager eingeschaltet, unweit davon trifft man an der Granitgrenze ein kersantitisches Erstarrungsgestein von ähnlicher chemischer Zusammensetzung an. Die Übereinstimmung tritt besonders bei Anwendung der OSANNschen Formeln hervor. Sollte der Kersantit durch Einschmelzung jenes Kinzigits entstanden sein? Von Fischbach liegt ein Stück eines basischen mittelkörnigen Ganggesteins vor, das ein stark injiziertes Schieferbruchstück umschliesst. Dadurch ist die Möglichkeit erwiesen, dass auch die basischen Ganggesteine des Granits mit den Einschmelzungsvorgängen im Zusammenhange stehen. Der Vortragende gelangt dadurch zu folgenden Schlussfolgerungen. In gewisser Tiefe der Erdkruste werden Temperaturen über dem Schmelzpunkt der Silikatgesteine erreicht. Vergrössern dieselben beim Schmelzen ihre Volumen, dann können sie nur flüssig werden, wenn der, wie man annehmen muss, darauf lastende Druck nachlässt. Dies tritt ein 1. bei tektonischen Vorgängen, 2. bei Erosion und Abrasion. Im ersteren Falle werden die Einschmelzungsvorgänge räumlich beschränkt sein und sich verhältnismässig schnell abspielen, im zweiten Falle sich über grössere Gebiete und längere Zeiträume erstrecken. Diese Zone der Einschmelzung innerhalb der Lithosphäre wird als Tēkosphäre [1]) bezeichnet. Mit zentripetaler Druckverringerung auf einem Erdradius wird eine zentrifugale Ausdehnung der Tēkosphäre ausgelöst. Entstehen so flüssige Massen in flacheren Tiefen der Lithosphäre, so wird eine grössere Beweglichkeit innerhalb gestörter Krustenteile hervorgerufen, und die tangentialen Spannungen werden zu neuem Faltenwurf der äusseren Krustenschichten führen. Ausser jener durch Druckverringerung veranlassten Aufwölbung der Tēkosphäre handelt es sich also auch um eine mechanische Aufwärtsbewegung der Schmelzzone, und dadurch wird eine Aufwärtsbewegung der Geoisothermen hervorgerufen. Dadurch berührt sich die Auffassung von räumlich beschränkten Einschmelzungsherden mit der modernen Vulkantheorie. Endlich kann man in der zentrifugalen Bewegung der Tēkosphäre die Ursache der sog. Massendefekte sehen. Die durch Diatēxis (Übergang in den Schmelzfluss) entstehenden Magmaherde werden Dämpfe entwickeln und dadurch auf das Dachgestein einwirken. Hierin ist die Ursache der Gneisbildung zu suchen. Die Mannigfaltigkeit der hierbei möglichen Erscheinungen ist fast unendlich. Die die Tēkosphäre umhüllende, von Dämpfen, den sog. Mineralbildnern, erfüllte Zone möge als Zeosphäre [2]) bezeichnet werden. In ihr sind auch flasrige basische Gesteine entstanden, wie etwa der Gabbro des Zobten, der von granitischen Aplitgängen durchsetzt ist. Die Entstehung flasriger saurer und basischer Gesteine in der Zeosphäre wird Perihepsesis [3]) genannt. Im Gegensatz hierzu werden die Erscheinungen der Kontakt-Metamorphose als Anaphryxis [4]) zusammengefasst. Die in der Tiefe durch Flüssigwerden, Diatēxis, entstehenden Magmamassen bringen bei Aufwärtsbewegungen Teile der Lithosphäre zur Einschmelzung — Entēxis kann man es nennen, wenn damit kein völliges Aufgehen im Magma verknüpft ist. Durch völlige Verdauung, Diapepsis, basischer Gesteine wird ein granitisches Magma basischer. Entēktisch, also unverdaut aufgenommene Massen können tränen- oder gangförmig in dem granitischen Magma zur Tiefe sinken, wenn sie schwerer sind,

1) *τήκω*, schmelzen.
2) *ζέω*, sieden.
3) *ἕψησις*, das Kochen.
4) *φρύγω*, rösten.

oder irgend welche andere Anordnung annehmen, wenn die flüssigen Massen in Bewegung sind. Vieles, was man früher als magmatisches Spaltungsprodukt ansah, lässt sich nun als entēktische Schliere auffassen.

Anknüpfend an die von MICHEL-LEVY verfochtene Einschmelzungstheorie, ist dieselbe hier für die schlesischen Granite angewendet und zugleich auch für die Erklärung der Entstehung kristallinischer Schiefer ausgenutzt und durch Beobachtungen im Felde gestützt worden. Nebenbei dürften sich daraus, wie angedeutet, auch noch weitere neue Gesichtspunkte für die Beurteilung anderer Erscheinungen und Vorgänge in der Erdkruste ergeben.

3. Herr L. MILCH-Breslau: **Demonstration neuer petrographischer Diapositive.**

---

2. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags 11 Uhr.

Vorsitzender: Herr F. HORNSTEIN-Cassel.

Zahl der Teilnehmer: 28.

4. Herr C. HINTZE-Breslau: **Demonstration kristalloptischer Verhältnisse mit Hilfe eines neuen Projektionsapparates.**

5. Herr CARL RENZ-Breslau: **Über die Stratigraphie des westgriechischen Mesozoicums.**

Der Vortragende gab zunächst einen Überblick über die sämtlichen bisherigen Forschungen, die das Mesozoicum der südwestlichen Balkanhalbinsel behandeln.

Alsdann berichtete er über seine während der beiden letzten Jahre in Griechenland und in der westlichen Türkei unternommenen geologischen Untersuchungen unter Vorlage von Fossilien und Photographien. Da in den mesozoischen Ablagerungen Griechenlands und der westlichen Provinzen der Türkei makroskopische Fossilien, abgesehen von Rudisten und Nummuliten, äusserst selten sind, so waren die früheren Forscher hauptsächlich bei der Altersbestimmung der Schichten auf deren Lagerung angewiesen. Die tektonischen Verhältnisse sind jedoch durch zahlreiche Brüche und Überschiebungen äusserst kompliziert, so dass ohne palaeontologische Anhaltspunkte kaum sichere Schlüsse gezogen werden können.

Aus diesen Gründen legte der Vortragende bei seinen Aufnahmen in Griechenland grossen Wert auf das Auffinden von Fossilien, und es gelang ihm auch, während seiner längeren Tätigkeit in Griechenland so viel Material zu sammeln, dass er in der Lage war, die stratigraphische Gliederung der mesozoischen Ablagerungen der südwestlichen Balkanhalbinsel auf neuer Grundlage durchzuführen.

Des besseren Verständnisses wegen seien die wichtigsten der oben genannten Forschungen früherer Autoren hier nochmals in Kürze gestreift.

Die Anfänge einer geologischen Untersuchung Griechenlands reichen auf das Jahr 1833 zurück, in dem die „französische Expedition zur Erforschung von Morea“ den Peloponnes aufnahm. Auf diese veralteten Arbeiten, die nur noch historisches Interesse bieten, näher einzugehen, hat keinen Zweck, um so weniger, als PHILIPPSON in den Jahren 1887—89 den Peloponnes bereist und eingehend beschrieben hat. In den folgenden Jahren dehnte PHILIPPSON seine Untersuchung auch auf Mittel-Griechenland, Nord-Griechenland und Epirus aus.

In Mittel-Griechenland war schon vorher durch NEUMAYR und BITTNER eine stratigraphische Einteilung aufgestellt worden.

Die österreichischen Geologen gliederten die mesozoischen Kalkmassen in einen „unteren" und einen „oberen Kalk".

Dazwischen liegt ein einheitlicher Komplex von Schiefern und Sandsteinen (Macigno), der an manchen Punkten noch einen „mittleren Kalk" einschliesst. Da NEUMAYR und BITTNER nur Kreidefossilien gefunden hatten, so rechneten sie den ganzen Schichtenkomplex zur Kreide.

Auf dieser Einteilung basiert auch noch im wesentlichen die Gliederung, die PHILIPPSON nach seinen ersten Reisen in einer seine stratigraphischen Anschauungen zusammenfassenden Abhandlung „Über die Altersfolge der Sedimentformation in Griechenland" gegeben hat. Die am Schlusse dieser Publikation [1]) gegebene Übersichtstabelle sei auch hier nochmals angeführt.

	Peloponnes	Westliches Mittelgriechenland
Ober Eocän.	Olonoskalke (Plattenkalke) u. Hornsteine.	Plattenkalke und Hornsteine der ätolischen Kalkalpen = Pindos-Kalke [2]).
Mittel Eocän.	Hauptmasse der Sandstein- und Schiefer-Formation (Flysch).	Hauptmasse des Flysch.
Unter Eocän.	Pyloskalk (mit Rudisten und Nummuliten).	Kalk von Akarnanien, Missolonghi, Klokova.
	Flysch.	Flysch.
	Tripolitzakalk, oberer Teil mit Nummuliten.	Kalk des Gabrovo (Tatarna), oberer Teil.
Obere Kreide.	Tripolitzakalk, unterer Teil (mit Rudisten).	Gabrovokalk, unterer Teil (?).

Der Tripolitza-, bezw. Gabrovokalk würde dem „unteren Kalk", der Pyloskalk dem „mittleren" und der Olonos- und Pindoskalk dem „oberen Kalk" NEUMAYRS entsprechen. Die ganze Schichtenfolge ist nur höher, grösstenteils in das Eocän hinaufgerückt, da PHILIPPSON im Peloponnes wie in Mittelgriechenland an zahlreichen Punkten in den „unteren" und „mittleren Kalken" Nummuliten gefunden hatte. Nach der Bereisung von Nordgriechenland und Epirus hat PHILIPPSON seine Ansichten dahin modifiziert, dass er die Pindos- und Olonoskalke, die allgemein nach Westen über den alttertiären Flysch überschoben sind, an die Grenze von Eocän und Kreide setzte. Auf Corfu treten den Pindos- und Olonoskalken PHILIPPSONS petrographisch gleiche, hornsteinreiche Plattenkalke und Schiefer auf, die von PARTSCH als Vigläskalke bezeichnet und zutreffend in den Jura gestellt wurden, nachdem er an der Basis der konkordanten, ununterbrochenen und durch innige Wechsellagerung der

1) Zeitschr. d. D. g. G. 1890, Bd. 42, S. 150 ff.
2) Anmerkung des Vortragenden.

einzelnen Glieder (Schiefer, Hornsteine und Plattenkalke) verbundenen Schichtenfolge Posidonia Bronni Voltz und Cephalopoden des oberen Lias gefunden hatte.

De Stefani, der nach Partsch die Insel Corfu geologisch aufgenommen hat, erkannte wohl die petrographische Ähnlichkeit, die die Vigläskalke mit den ihm bekannten Olonoskalken des Peloponnes besitzen. Anstatt jedoch die von Partsch richtig bestimmten Vigläskalke beim Jura zu belassen und von diesem festen Standpunkt aus Schlüsse auf das Alter der festländischen und peloponnesischen Plattenkalkfacies, in deren Verband bis dahin noch keine makroskopischen Versteinerungen gefunden waren, zu ziehen, stellte de Stefani in recht kritikloser Weise in Analogie mit der Altersbestimmung der Olonoskalke durch Philippson die Vigläskalke ins Obereocän-Oligocän. Er kümmerte sich dabei keineswegs darum, dass Oberlias und Vigläskalke eine ununterbrochene, einheitliche Schichtenfolge darstellen, was sich bei einigermassen genauer Beobachtung gar nicht übersehen lässt. Es ist auch unerklärlich, wie sich de Stefani die tatsächlich stets vorhandene Wechsellagerung der Schichten des oberen Lias mit seiner konkordant darüberliegenden obereocän-oligocänen Vigläskalkfacies vorstellt.

Ferner konnten in den die Liasschichten überlagernden höheren Partien der Vigläskalke nunmehr auch Doggerfossilien nachgewiesen werden.

Schliesslich liegen die Vigläskalke, wie nicht nur auf Corfu und dem der Insel gegenüberliegenden Festland, sondern auch auf Ithaka und in dem Innern von Epirus beobachtet werden konnte, stets zwischen den Kalken des mittleren Lias und der Rudistenkreide. Auch sonst stimmen die Ergebnisse der Untersuchungen de Stefanis keineswegs mit den nunmehr durch paläontologische Beweise festgelegten, tatsächlichen Verhältnissen überein. Die eben erwähnten ziemlich verbreiteten Kalke des mittleren Lias rechnet er zum Tithon; den durch Nummuliten bestimmten eocänen Flysch stellt er in das Miocän.

Von Corfu aus, wo durch die Untersuchungen von Partsch, die de Stefani leider verbessern zu müssen glaubte, schon eine treffliche Grundlage geschaffen war, dehnte der Vortragende dann seine Studien auf andere, schwieriger zu bereisende Teile Griechenlands und der Türkei aus, auf Epirus, auf Ithaka und das Olonosgebirge im Peloponnes.

In Ithaka sowohl, wie in Epirus wurde die gleiche Schichtenfolge wie auf Corfu angetroffen; im westlichen Peloponnes dagegen reicht die Plattenkalkfacies tiefer bis in die Mitteltrias hinein, wie dies Funde von Daonella styriaca Mojs. aus dem Verbande der Olonoskalke von Prostovitsa erweisen.

An der Basis der Vigläskalke konnte der Vortragende auch auf Ithaka und im Vyrosthal (Central-Epirus) Posidonia Bronni Voltz und Cephalopoden des oberen Lias aufsammeln, genau wie auf Corfu und dem der Insel gegenüberliegenden Festland.

Die Pindoskalke Philippsons sind also ident mit den Vigläskalken und rücken aus dem Eocän in den Jura, die eocänen Olonoskalke Philippsons im Peloponnes besitzen ein wohl wesentlich triadisches Alter.

Diese bedeutenden Verschiebungen illustriert am besten der Vergleich beider Tabellen.

In diese Einteilung, die nur das Grundgerüst der Schichtenfolge angibt, sind dann die weniger verbreiteten Sedimente noch einzureihen.

Die österreichischen Geologen haben am Parnass noch tiefere Kreideschichten nachweisen können, und nach der Beschreibung von Partsch scheinen solche auch auf Cephalonia aufzutreten. Möglicherweise reichen auch noch die Vigläskalke, deren obere Grenze bisher aus Mangel an Fossilien noch nicht fixiert werden konnte, in die Kreide hinein. Cayeux beschreibt auf Creta

			Ionische Inseln. Epirus. Westliches Mittel- und Nordgriechenland.		Westlicher Peloponnes.	
Eocän			Flysch, helle Nummulitenkalke.		Flysch. Nummuliten- } Kalke	
Kreide			helle Rudistenkalke und Dolomit ↑? ↑?		Rudisten- } Pyloskalk.	
Jura		Dogger	Hornsteinreiche Plattenkalke in Wechsellagerung mit Hornsteinen und Schiefern.	Vigläskalke = Pindoskalke		
Jura		Dogger	Gelbe tonige und kieselige Plattenkalke mit Stephanoceras aff. longalvum.	Vigläskalke = Pindoskalke		
Jura	Lias	Oberer	Gelbrote tonige Plattenkalke, Schiefer und Hornsteine mit Hildoceras comense, Mercati, Coeloceras Desplacei, Coel. annulatum anguinum, subarmatum u. s. w. und Posidonia Bronni.	Vigläskalke = Pindoskalke		
Jura	Lias	Mittlerer	Weisse kristalline Kalke mit Koninckina Geyeri, Spiriferina alpina u.s.w.	Vidokalke	↑	
Jura	Lias	Unterer	Stylophyllopsis spec. ↓?	Vidokalke	↑	
Trias		Obere	↑? Schwarze dickgebankte Carditakalke. ↓?		Plattenkalke in Wechsellagerung mit Hornsteinen und Schiefern.	Olonos-Kalke
Trias		Mittel	↓?		Hornsteine mit Daonella styriaca.	Olonos-Kalke

petrographisch gleiche Schichten, die er dem oberen Jura und der unteren Kreide zuzählt. Die Olonoskalke dagegen gehören zum Teil auch wohl dem Jura an. RUSSEGER hat in dazu gehörigen Kalksteinen auf dem Panachaikon (Vōïdias) einen Belemniten gefunden.

Die schwarzen Carditakalke sind bis jetzt nur auf einem Punkt auf Corfu als Erosionsklippe nachgewiesen worden. Infolgedessen ist auch der Zusammenhang nach oben hin nicht aufgeklärt.

Die Olonoskalke sind dagegen ebenso wie die Vigläskalke keineswegs nur lokal begrenzte Bildungen, sondern besitzen eine sehr weite Verbreitung. Sie sind mit die mächtigsten Ablagerungen der südwestlichen Balkanhalbinsel. Auch der mittlere Lias besitzt eine grössere Verbreitung, als auf der internationalen geologischen Karte angegeben ist. Der Vortragende konnte ihn nicht nur in grosser Ausdehnung im dem Corfu benachbarten Festland und an vielen Punkten auf der Insel selbst, sondern auch weiter südlich bei Preveza und auf Ithaka nachweisen.

Die geologische Karte von Griechenland und der nördlich sich anschliessenden Gebiete wird daher wohl in Zukunft ein wesentlich verändertes Aussehen bekommen.

Diskussion. Herr FRECH-Breslau weist auf die Bedeutung dieser Untersuchungen hin.

6. Herr ARTHUR SACHS-Breslau: **Über ein Vorkommen von Jordanit in den oberschlesischen Erzlagerstätten.**

Die Auffindung des Jordanits, eines sehr seltenen Minerals, ist für Schlesien neu, zudem für die Erklärung der Genese der oberschlesischen Erzlagerstätten wichtig.

III.

Abteilung für Botanik.

(No. IX).

Einführende: Herr F. Pax-Breslau,
Herr F. Rosen-Breslau.

Schriftführer: Herr Schube-Breslau,
Herr W. Remer-Breslau,
Herr W. Limpricht-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr C. Mez-Halle a. S.: Neue Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen.
2. Herr O. Kirchner-Hohenheim: Parthenogenese bei Blütenpflanzen.
3. Herr W. Remer-Breslau: Referat über eine Arbeit von Herrn H. Bruchmann-Gotha, betitelt: Das Prothallium und die Keimpflanze von Ophioglossum vulgatum.
4. Herr E. Ule-Berlin: Über Blumengärten der Ameisen am Amazonenstrom.
5. Herr A. Scherffel-Igló: Notizen zur Kenntnis der Chrysomonadineae.
6. Herr O. Richter-Prag: Über Reinkulturen von Diatomeen und die Notwendigkeit von Kieselsäure für die Diatomee Nitzschia Palea (Kütz) W. Sm.
7. Herr A. Möller-Eberswalde: Vorführung von Bildern frischer Sporen und lebender Mycelien des Hausschwammes und Kiefernbaumschwammes.
8. Herr F. Rosen-Breslau: Das biologische Moment in alten Pflanzendarstellungen (15. u. 16. Jahrhundert).
9. Herr A. Möller-Eberswalde: Über Karenzerscheinungen im Pflanzenreich.
10. Herr B. Schröder-Breslau: Über den Veilchenstein.
11. Herr C. Müller-Steglitz: Demonstration von mikroskopischen Unterrichtsmitteln.

Alle Sitzungen fanden in Gemeinschaft mit der Deutschen botanischen Gesellschaft statt.

Ferner war die Abteilung zu zwei in der Abteilung für Chemie gehaltenen Vorträgen eingeladen (s. S. 66 u. 92).

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr O. KIRCHNER-Hohenheim.

Zahl der Teilnehmer: 43.

1. Herr C. MEZ-Halle a. S.: **Neue Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen.**

Die Resultate der Ausführungen über das Erfrieren der eisbeständigen (d. h. Eisbildung in ihren Geweben aushaltenden) Pflanzen sind folgende:

1. Es ist für die eisbeständigen Pflanzen von Vorteil und schiebt das Erfrieren (d. h. die Abkühlung unter das spezifische Minimum) hinaus, wenn die Eisbildung in den Geweben sobald wie möglich eintritt.

2. Der Grund dafür ist, dass das Eis die frei vorhandene Innenwärme um mehr als das Doppelte langsamer ableitet, als dies der flüssige Zellsaft tut.

3. Aus Satz 1 folgt, dass Unterkühlung des Zellsaftes, d. h. Abkühlung desselben unter seinen Schmelz-(Gefrier-)Punkt, das Erfrieren rascher drohen lässt, als verhinderte Unterkühlung (Gefrieren bei Schmelzpunkt-Temperatur).

4. Manche Pflanzen enthalten Substanzen, welche die Unterkühlung des Zellsaftes verhindern oder doch nicht zum Extrem gelangen lassen. Insbesondere gehört das fette Öl, welches in den „Fettbäumen“ während des Winters aus der sommerlichen Stärke gebildet wird, zu den die Unterkühlung hindernden oder mindernden Körpern.

5. Bei der Kristallisation des Zellsaftes und der darin gelösten Verbindungen oder der in den Zellen vorhandenen Öle u.s.w. (Flüssigkeiten, thermisch aktive Substanzen) wird Kristallwärme erzeugt. Die winterliche Umwandlung festen Reservematerials (Stärke) in gelöstes (Zucker, Öl u.s.w.) stellt eine Speicherung potenzieller Energie dar.

6. Von: Zeitpunkt der Eisbildung, Menge der entstehenden Kristallisationswärme, genügender Isolation derselben, Aussentemperatur, spezifischem Minimum einer eisbeständigen Pflanze hängt es ab, ob und wann dieselbe erfriert.

(Die dem Vortrag zugrunde liegende Arbeit ist in „Flora“ XCIV (1905), p. 89—123, veröffentlicht.

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, nachmittags $3^1/_2$ Uhr.

Vorsitzender: Herr S. SCHWENDENER-Berlin.

Zahl der Teilnehmer 31.

2. Herr O. KIRCHNER-Hohenheim: **Parthenogenese bei Blütenpflanzen.**

Der Vortrag ist in den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft veröffentlicht.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren PAX-Breslau und HABERLANDT-Graz.

---

3. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags 10 Uhr.

Vorsitzender: Herr F. PAX-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 44.

3. Herr W. REMER-Breslau: Referat über eine Arbeit von Herrn H. BRUCHMANN-Gotha, betitelt: **Das Prothallium und die Keimpflanze von Ophioglossum vulgatum.**

4. Herr E. ULE-Berlin: **Über Blumengärten der Ameisen am Amazonenstrom.**

In dichtem Pflanzengewirr stösst man am Amazonenstrom überall auf Ameisen, die oft Blatt- oder Schildläusen nachgehen oder von extrafloralen Nektarien angelockt werden. Ein grosser Teil von Pflanzen bietet auch den Ameisen in Hohlräumen der Achsengebilde oder in blasenförmigen Anschwellungen von Blattstiel und Blättern Wohnräume.

Die Schleppameisen, Atta, zerschneiden die Blätter vieler Bäume, Sträucher und Pflanzen und schleppen die Stückchen auf ihren Zügen in die oft gewaltigen Baue. Es dienen die Blattstückchen aber den Ameisen nicht zur Nahrung, sondern sie werden, wie ALFRED MÖLLER eingehender nachgewiesen hat, zur Kultur eines Pilzes verwendet, der sich in dem innersten, zubereiteten Klumpen entwickelt. Diesen Klumpen nannte er Pilzgarten, denn durch Pflege und Zucht veranlassen ihn die Ameisen, Conidienhäufchen zu bilden, von denen sie sich ernähren. Zuweilen entwickelt sich aus dem Pilzgarten ein Hutpilz, Rozites gongylophora Möll. Handelt es sich dort um die Pflege und Zucht von Pilzen seitens der Ameisen, so will ich Ihnen hier eine solche von höheren Gewächsen vorführen. In Analogie mit den Pilzgärten könnte man diese „Blumengärten der Ameisen" nennen, doch sollen sie der Kürze wegen „Ameisengärten" heissen.

Auf Sträuchern und Bäumen im Amazonasgebiet fallen oft eigentümliche Ameisennester auf, die von Pflanzen durchwachsen oder auch überwuchert sind. Es sind da besonders Bromeliaceen, Gesneraceen, Araceen und einzelne Arten anderer Familien vertreten. Etwa wie in Blumenampeln sind in dichtem üppigen Wuchs mehrere Pflanzenarten, z. B. reichblätterige Bromeliaceen mit einer Codonanthe und Peperomia, vereint. So dicht zusammengeballt und so reich belaubt pflegen Epiphyten nicht zu wachsen. Den Einwohnern sind diese Ameisennester unter dem Namen Tracuá bekannt, und sie sind gewiss von Reisenden schon beobachtet worden, ohne dass sie einer derselben näher untersucht hat.

Betrachtet man diese oft kolossalen Baue mit dichtem Pflanzengewirr, so könnte man vielleicht auf die Vermutung kommen, dass sich hier nachträglich die Ameisen zwischen Epiphyten angesiedelt haben. Es gibt ja einige epiphytische Bromeliaceen, deren Blattscheiden sich zu einem zwiebelartigen Hohlraum zusammenschliessen, wie Tillandsia bulbosa Hook. und die indischen Myrmecodia-Arten, welche ständig wie die Cecropien von Ameisen bewohnt werden.

Auffallend ist es jedoch bei diesen Ameisennestern, dass sie von ca. 14 Pflanzenarten besetzt sind, die sonst weder als Epiphyten, noch auf dem Boden vorkommen, und dass sie in solcher Menge beisammen wachsen, wie namentlich die zahlreichen Keimpflanzen in jungen Nestern zeigen.

Da alle diese Pflanzen Beerenfrüchte tragen, so könnten sie nur durch

Vögel auf Bäume und Sträucher verbreitet werden, wenn nicht ihr massenhaftes Auftreten dagegen sprechen würde. Noch unwahrscheinlicher wird diese Annahme aber, wenn man die Stellen untersucht, wo die Ameisennester angelegt sind, denn an vielen derselben wachsen die Epiphyten überhaupt nicht. Es ist vielmehr nur möglich, dass die Ameisen selbst die Samen an geeignete Stellen der Bäume geschleppt haben. Dafür sprechen auch die zahlreichen neuen Kolonien, welche auf manchen Bäumen angelegt sind, und die Schlupfwinkel und Höhlungen, in welchen die Samen oft untergebracht werden. Ich habe z. B. solche aus den hohlen Stengelgliedern von Cordia nodosa Lam. hervorkeimen sehen, wo sie schon von den Ameisen mit etwas Erde überdeckt waren. Überhaupt hat mir an den verschiedensten Orten ein reiches Untersuchungsmaterial zur Verfügung gestanden, so dass ich die Erscheinung aufs eingehendste beobachten konnte. Schliesslich habe ich auch durch das Experiment diese Erscheinung zu beweisen gesucht. An Stellen, wo die Ameisen vorbeiliefen, wurden nämlich Beeren einer Gesneracee und eines Nidularium ausgequetscht. Die Ameisen stürzten sich nun gierig über die Stellen her, saugten erst den Saft auf und schleppten dann die Samen weg in ihre Schlupfwinkel. Wir haben es hier also mit von Ameisen gezüchteten Pflanzen zu tun, welche mit den echten Epiphyten nur noch das Leben im luftigen Element gemeinsam haben und deshalb Ameisenepiphyten genannt werden sollen.

Unter den die Ameisennester bewohnenden Ameisen fiel mir eine grössere Ameise und eine kleinere auf. Von A. Forel sind nun diese Ameisen bestimmt worden, und zwar die grössere als Camponotus femoratus Fab. und die kleinere als verschiedene Azteca-Arten, unter denen A. Traili Em. die wichtigste ist.

Die Gattung Camponotus ist in Südamerika sehr verbreitet und enthält Arten, die kunstvolle Nester auf Bäumen bauen. Unsere Art, nämlich Camponotus femoratus Fab., ist eine mittelgrosse Ameise von ca. 5—7 mm Länge, plumpem Körperbau, schwarzbrauner Farbe und starken Beisszangen. Die Nester dieser Ameise sind oft hoch oben auf den Bäumen angelegt, finden sich jedoch auch ebenso häufig auf Strauchwerk mehr oder weniger nahe dem Boden.

Die ersten Anlagen dieser Nester bilden formlose Anhäufungen von Erde, die mit ziemlich einfacher Kartonhülle umgeben werden. Oft bestehen sie nur aus den erdigen Ueberdeckungen der in Ritzen und Höhlungen versteckten Samen und erreichen, bevor die Pflanzen ausgewachsen sind, gewöhnlich nur Faustgrösse. Bald sprossen aus dem Neste überall Keimpflanzen hervor, deren Samen vorher von den Ameisen hineingeschleppt worden waren, und entwickeln sich oft zu stattlichen Pflanzen.

Immer mehr Erde wird nun von den Ameisen hinzugetragen, so dass es den Pflanzen darin nicht an Nährmitteln fehlt und sie zu gewaltigen Knäueln auswachsen können.

Die von Camponotus femoratus Fab. gezüchteten Pflanzen sind folgende: Anthurium scolopendrium var. Poitauanum Engl.; Philodendron myrmecophilum Engl. n. sp.; Streptocalyx angustifolius Mez; Aechmea spicata Mart.; Peperomia nematostachya Link; Phyllocactus phyllanthus Lk. und Codonanthe gracilis Mart. aff.

Am auffallendsten und häufigsten ist unter diesen Pflanzen Streptocalyx angustifolius Mez, der einen dichten Büschel langer, schmaler Blätter entwickelt. Fast ebenso häufig kommt Aechmea spicata Mart. vor, welche gelbe Blüten und schön rote Deckblätter hat. Gewöhnlich sind mehrere dieser Ameisenepiphyten mit einander vergesellschaftet, so besonders die Bromeliaceen mit der Codonanthe gracilis Mart. aff. und zuweilen auch mit Anthurium sco-

lopendrium var. Poitauanum Engl. und Peperomia nematostachya Link. Letztere hängt dann nach unten herab. Auch Philodendron myrmecophilum Engl. und Phyllocactus phyllanthus Lk. kommen selten allein vor.

In etwas verschiedener Weise legen Azteca Traili Em. und andere Arten ihre Nester an, welche sich an mehr schattigen Stellen und nie sehr hoch über dem Boden befinden. Es ist dies dieselbe Gattung, welche als Bewohner der Cecropia bekannt ist, und von der viele Arten in anderen Ameisenpflanzen vorkommen. Die Azteca-Arten sind bedeutend kleiner als Camponotus femoratus Fab., nur 2—3 mm lang, von heller, braunroter Farbe.

Während Camponotus femoratus Fab. auf allen möglichen Sträuchern und Bäumen, selbst Cecropia und Palmen, ihre Nester anlegt, scheinen die Azteca-Arten eine Auswahl unter denselben für ihre Wohnungen zu treffen. Besonders bevorzugen sie Sträucher mit kandelaberartigem Wuchs, wie z. B. Guatteria. Sehr häufig sieht man die Ameisengärten von Azteca auch auf Sträuchern, die an sich schon Ameisenpflanzen sind, wie Cordia nodosa Lam. und Tococa guianensis Aubl., deren Ameisen als Varietäten oder Subspezies der nestbauenden bestimmt worden sind. Demnach kommt eine Form von Azteca Traili Em. in den Schläuchen von Tococa guianensis Aubl. und eine von Azteca Ulei For. n. sp. auch in denen von Cordia nodosa Lam. vor. Azteca Traili Em., A. Ulei For. n. sp. und seltener A. olitrix For. n. sp. sind nämlich die drei Arten, welche ich als Verfertiger von Ameisengärten angetroffen habe.

Die Nester von Azteca-Arten sind oft kugelrund, von Faust- bis Kindskopfgrösse, aus einer erdigen Kartonmasse bereitet, aussen porös, fester und kunstvoller, als die von Camponotus femoratus Fab.

Auch hier spriesst bald eine Menge von Keimpflanzen hervor, die grösser werden und auswachsen. Jedoch einen solchen Umfang wie die schon beschriebenen Nester erreichen diese nicht.

Die hier beobachteten Pflanzen sind folgende: Philodendron myrmecophilum Engl. n. sp., Nidularium myrmecophilum Ule n. sp., Ficus myrmecophila Warb. n. sp., Marckea formicarum Damm. n. sp., Ectozoma Ulei Damm. n. sp. und drei noch nicht bestimmte Gesneraceen, so eine Codonanthe von kriechendem Wuchs, eine andere aufrechte und eine Gesneracee mit fleischigen Blättern.

Diese Pflanzen leben zum Teil auch gesellig und zeigen in ihrem Wachstum manche Eigentümlichkeiten. So krümmen sich die armdicken Rhizome von Philodendron myrmecophilum Engl. oft in der Form der Ameisennester, und Ficus myrmecophilum Warb. entwickelt durch Veranlassung der Ameisen an den Zweigen oft ballenförmige Wurzelgeflechte. Marckea formicarum Damm. ist durch Knollen gegen Austrocknung geschützt, wie eine Gesneracee durch fleischige Blätter. Philodendron und Ficus senden auch Nährwurzeln zum Boden, während Ectozoma und die eine Codonanthe Ausläufer treiben und klettern.

So verschieden nun auch die Ameisengärten der zwei Ameisengattungen, die verschiedenen Unterfamilien angehören, sind, so stimmen sie wohl in dem Nutzen, den sie ihren Bewohnern verschaffen, überein.

Beiden bieten in der Tat die Ameisengärten durch das üppige Blattwerk und das dichte Wurzelgeflecht der Pflanzen einen festen Halt ihres Nestes, der namentlich bei den am Amazonenstrom herrschenden heftigen Regenfällen wohl von Nutzen ist. Bei den Ameisengärten erweitern sich die Nester durch das Auswachsen und Vergrössern der Pflanzen von selbst, und es ist nur nötig, dass die Ameisen mehr Erde hinzutragen. Ameisennester von reiner Kartonmasse erfordern eine sorgfältige Auswahl der Anlagestelle und viel mehr Kraft und Baustoff. Den Ameisen dienen die Ameisengärten nur als Wohnung, denn

sie verkehren beständig auf dem Erdboden und suchen vielleicht auch dort ihre Nahrung. Nur bei Überschwemmungen ist ihr Aufenthalt zeitweise auf Bäume oder Sträucher beschränkt.

Die Verschiedenheit der Kulturpflanzen in den Ameisengärten rührt zum Teil daher, dass die von Camponotus mehr xerophil und die von Azteca mehr hygrophil sind. Letztere mussten gegen plötzliche Trockenperioden mehr geschützt sein. Gemeinsam in beiden Nestern ist bis jetzt nur Philodendron myrmecophilum Eng. beobachtet. Ob sich auch die verschiedenen Aztecaarten in ihren Kulturen unterscheiden, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben.

Obgleich die Ameisengärten von Camponotus weit umfangreicher sind, zeigen doch diejenigen der Azteca-Arten eine höhere Entwicklungsform. Die von Camponotus femoratus Fab. kultivierten Pflanzen stehen verschiedenen echten Epiphyten sehr nahe oder sind nur Varietäten oder Formen derselben, dagegen stellen die von Azteca-Arten gezüchteten alle besondere Spezies dar, die zum Teil in der Hylaea anderswo keine näheren Verwandten haben. So sind die merkwürdigen Solanaceen Marckea und Ectozoma nur an den Grenzen der Hylaea in Peru und in Guayana und in ganz anderen Arten bisher gefunden worden.

Aus den Keimpflanzen in den Ameisengärten entwickeln sich immer nur dieselben von mir angeführten Ameisenepiphyten, obwohl es am Amazonenstrom viel mehr Pflanzen mit Beerenfrüchten selbst unter den Epiphyten gibt. Nur selten ereignet sich der Fall, dass einmal ein Ameisengarten zwischen schon vorhandenen Epiphyten angelegt wird, oder dass zufällig etwa ein Farn da hineingelangt.

Die wunderbare Auswahl der Ameisen unter den zu kultivierenden Pflanzen lässt sich wohl damit erklären, dass viele Epiphyten wegen ihres reduzierten oder umgebildeten Wurzelsystems nicht mehr für ihre Nester geeignet waren. Für die Ameisengärten waren vielmehr Pflanzen nötig, die ein dichtes Wurzelgeflecht bildeten, um dem Baue Halt zu gewähren, und dazu eigneten sich am besten solche, die noch auf einer niederen Stufe der epiphytischen Lebensweise standen oder gar keine eigentlichen Epiphyten waren. Diese Pflanzen konnten auch in den Ameisennestern gut gedeihen, weil sie von den Ameisen reichlich mit Erde und durch die Exkremente und Chitinhüllen mit stickstoffhaltiger Nahrung versehen wurden; dazu begünstigte der poröse Bau zum Ansammeln von Regenwasser und Festhalten von Feuchtigkeit.

Die Ameisenepiphyten, die also abhängig von den Ameisen sind, zeigen in der Tat eine Reihe von Sonderheiten, welche sie von den echten Epiphyten unterscheiden. Das Wurzelsystem ist weit üppiger entwickelt, und die Verzweigung und Belaubung ist eine reichere. Die Blätter der Bromeliaceen Streptocalyx augustifolius Mez und Nidularium myrmecophilum Ule sind fleischiger als bei anderen epiphytischen Arten und stehen mehr gewissen erdbewohnenden Xerophyten der Familie nahe, die sie noch durch die Fülle der entwickelten Blätter übertreffen. Überhaupt fehlt hier die bei Epiphyten oft bis ins Einzelne gehende Sparsamkeit mit dem Baumaterial des pflanzlichen Organismus.

Sowie die Ameisen durch die Ameisenepiphyten Halt und Schutz für ihre Nester gewinnen, so verdanken etwa 14 Pflanzenarten der Pflege der Bewohner ihr Dasein. Nur Varietäten von Phyllocactus phyllanthus Lk. und Anthurium scolopendrium var. Poitauanum Engl. sind auch in anderen Gegenden frei von Ameisen gefunden worden.

Die Ameisengärten sind nun in der ganzen Hylaea sowohl im Über-

schwemmungsgebiet, als auch auf dem überschwemmungsfreien Lande verbreitet und kommen selbst im Gebirge noch in Höhen von 1000 Metern vor. Die Nester von Camponotus femoratus Fab. spielen oft auch im Landschaftsbilde, besonders in den Ueberschwemmungswäldern, eine Rolle. Oft erblickt man da viele Bäume bis in die höchsten Kronen überladen von den riesigen Ameisengärten, welche von weitem wie schwebende Blumenampeln oder wie Storchnester aussehen.

Diskussion. Herr C. MEZ-Halle a. S. fragt an, wie die Ernährungsverhältnisse der in „Blumengärten" der Ameisen vorkommenden Bromeliaceen Streptocalyx angustifolius und Aechmea spicata durch die besonderen Lebensverhältnisse modifiziert werden.

Herr ULE gibt Auskunft, dass das Wurzelsystem dieser Pflanzen stärker entwickelt ist als bei echten Epiphyten und sich der Ausbildung des Wurzelsystems bei terrestrischen Pflanzen nähert.

Herr MÖLLER-Eberswalde schlägt vor, die von Herrn ULE beobachteten Gärten „Blumengärten" der Ameisen zu nennen im Gegensatz zu den „Pilzgärten" der Ameisen, da der Ausdruck „Ameisengärten", zumal in Laienkreisen, welche sich für die erstere Frage interessieren, leicht zu Verwechselungen und Unklarheiten führen dürfte.

Herr ULE-Berlin erklärt sich mit dieser Abänderung einverstanden.

Herr HABERLANDT-Graz macht darauf aufmerksam, dass er eigentümlicherweise die vom Vortragenden beschriebene Erscheinung der „Blumengärten der Ameisen" in den Regenwäldern Südasiens und speziell Javas niemals zu beobachten Gelegenheit hatte, obwohl die Voraussetzungen für die besprochene Symbiose in diesen Gebieten gewiss gleichfalls vorhanden sind.

5. Herr ALADÁR SCHERFFEL-Igló: **Notizen zur Kenntnis der Chrysomonadineae.**

1. Auch die Gehäuse bildenden Chrysomonadineen Epipyxis, Dinobryon und Hyalobryon besitzen die Fähigkeit animalischer Ernährung. Die Fähigkeit animalischer Ernährung bei Besitz wohlausgebildeter Chromatophoren ist also bei den Chrysomonadineen weiter verbreitet, als man es bisher annahm.

2. Geschildert wird eine Mallomonasart (ohne Borsten) mit zwei Geisseln. Durch diesen Fund erscheint die Frage, ob Mallomonas entwicklungsgeschichtlich in Beziehung zu Synura gebracht werden kann (wie es STEIN wollte), welche Frage nachher allgemein verneint wurde, wieder als völlig offen.

3. Bei Syncrypta Volvox Ehbg. wurden zahlreiche, intensiv karminrot gefärbte Tröpfchen im peripheren Ende der Zellen beobachtet, und es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Erscheinung die Angabe zahlreicher „Augenpunkte" bei Syncrypta und auch bei Synura veranlasst hat. Wirkliche Stigmen fehlen sowohl bei Syncrypta, als auch bei Synura.

6. Herr OSWALD RICHTER-Prag: **Über Reinkulturen von Diatomeen und die Notwendigkeit von Kieselsäure für die Diatomee Nitzschia Palea (Kütz) W. Sm.**

Nach Hinweis auf die Arbeit von TISCHUTKIN[1]), der bereits Diatomeen

1. TISCHUTKIN, A., „Über Agar-Agar-Kulturen einiger Algen und Amoeben". Zentralbl. f. Bakt. 1897. 2. Abt. S. 183—88.

auf Agar, aber noch nicht in bakterienfreien Reinkulturen kultiviert hat, demonstrierte der Verfasser zunächst eine Anzahl seiner Diatomeenreinkulturen, um dann auf die Frage der Notwendigkeit von Kieselsäure für Diatomeen einzugehen.

Es gelang ihm, vorläufig bei Nitzschia Palea in exakter Weise zu zeigen, dass Kieselsäure für diese Diatomee ein notwendiges Nährmittel ist. Die Versuchsanstellung knüpft an die seinerzeit von MOLISCH[1]) gegebene an.

Es zeigte sich, dass nur in jenen Kölbchen, wo Kieselsäure, sei es als Kalk-, sei es als Kalisalz, zur Nährlösung zugesetzt worden war, Entwicklung stattfand.

Über weitere Ergebnisse bezüglich der Ernährung der Diatomeen, insbesondere über die Verwertung von gebundenem organischen und organisierten Stickstoff, sowie die Aufnahme von Kohlehydraten etc., die Bedeutung des Calciums und die Ernährungsbedingungen von Meeresdiatomeen, die der Verfasser in Kultur hat, wird in einer demnächst erscheinenden ausführlichen Arbeit berichtet werden.

7. Herr A. MÖLLER-Eberswalde: **Vorführung von Bildern frischer Sporen und lebender Mycelien des Hausschwammes und Kiefernbaumschwammes.**

---

4. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr S. SCHWENDENER-Berlin.

Zahl der Teilnehmer: 38.

8. Herr F. ROSEN-Breslau: **Das biologische Moment in alten Pflanzendarstellungen (15. und 16. Jahrhundert).**

Vortragender zeigt an den Beispielen der Wiese, des Waldes etc., dass die alten Maler in ihrer Naturdarstellung stets von dem Einzelnen ausgingen und viel früher zu einer leidlichen Fähigkeit, die Art zu kennzeichnen, ja zu einer hübschen Kenntnis der Flora gelangten, als zu der Beobachtung, dass in der Natur alles Einzelne nur integrierender Teil des Ganzen ist, und dass jede Naturdarstellung falsch sein muss, welche diesen Zusammenhang vermissen lässt. Vortragender sieht in der Bevorzugung der Einzelform vor dem Ganzen eine analoge Erscheinung für die in der Geschichte der Botanik hervorstechende Tatsache, dass man sich Jahrhunderte lang in wissenschaftlichen Kreisen ganz vorwiegend für die Einzelarten interessierte und erst neuerdings den natürlichen Pflanzengenossenschaften, Wald, Wiese, Feld u.s.w., Beachtung schenkt.

9. Herr A. MÖLLER-Eberswalde: **Über Karenzerscheinungen im Pflanzenreich.**

Diskussion. Es sprach Herr G. HABERLANDT-Graz.

---

1) MOLISCH, H., Die Ernährung der Algen (Süsswasseralgen, I. Abh.). Sitzb. d. kais. Akad. d. W. i. W. Bd. CIV. Abt. I. Oktober 1895, S. 790.

10. Herr B. SCHRÖDER-Breslau: **Über den Veilchenstein.**

Diskussion. An derselben beteiligten sich die Herren F. PAX-Breslau, O. RICHTER-Prag und C. MÜLLER-Steglitz.

11. Herr C. MÜLLER-Steglitz: **Demonstration von mikroskopischen Unterrichtsmitteln.**

Am Dienstag, den 20. September, vormittags fand unter Vorsitz des Herrn S. SCHWENDENER-Berlin die Generalversammlung der Deutschen botanischen Gesellschaft statt. In derselben wurden lediglich geschäftliche Angelegenheiten verhandelt.

IV.

Abteilung für Zoologie.

(No. X.)

Einführende: Herr W. KÜKENTHAL-Breslau,
Herr R. DITTRICH-Breslau.
Schriftführer: Herr F. GRABOWSKY-Breslau,
Herr B. SCHRÖDER-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr F. GRABOWSKY-Breslau: Mitteilungen über den Gorilla des Breslauer zoologischen Gartens.
2. Herr L. SÜSSBACH-Kiel: Über gestaltende Einflüsse bei der Entwicklung des Darmkanals der Amphibien, Sauropsiden und Säugetiere.
3. Herr L. HEINE-Breslau: Demonstration von seltenen Missbildungen des Taubenauges.
4. Herr H. STADELMANN-Würzburg: Umwandlung amorpher Materie in gestaltete (mit Demonstrationen).
5. Herr HAMBURGER-Wien: Assimilation und Vererbung.
6. Herr W. KÜKENTHAL-Breslau: Das neue zoologische Institut und Museum der Universität Breslau.

Ausserdem war die Abteilung zu einem Vortrage in der Abteilung für Anatomie und Physiologie eingeladen.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr W. KÜKENTHAL-Breslau.

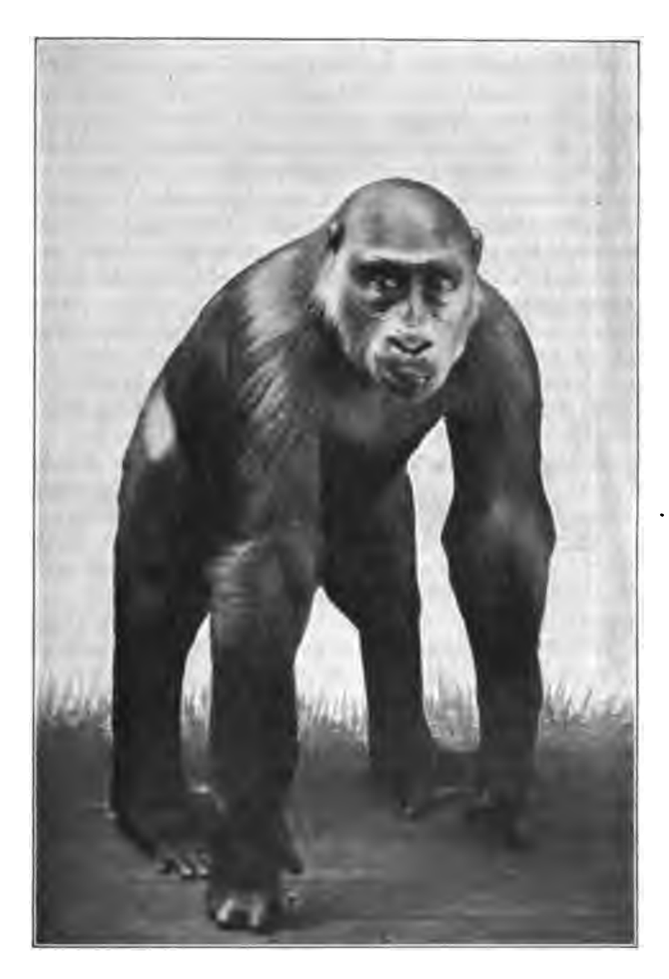
Zahl der Teilnehmer: 23.

Nach der Begrüssung der Anwesenden durch den ersten Einführenden, Herrn W. KÜKENTHAL-Breslau, und Erledigung geschäftlicher Angelegenheiten überreichte Herr R. DITTRICH-Breslau im Namen des Vereins für schlesische Insektenkunde als Ehrengabe das 29. Heft (neue Folge) der Zeitschrift für Entomologie.

Weiter wurden folgende Vorträge gehalten.

1. Herr F. GRABOWSKY-Breslau: **Mitteilungen über den Gorilla des Breslauer zoologischen Gartens.**

Zu den grössten Seltenheiten im Bestande eines zoologischen Gartens gehört ein Gorilla. Der erste, der lebend nach Europa gelangte, wurde vor etwa 40 Jahren in einer englischen Menagerie irrtümlich als Schimpanse gezeigt und ist erst nach seinem Verenden, als sein Kadaver in ein zoologisches Museum kam, richtig bestimmt worden. Nachdem sodann im Jahre 1875 der



Jagdreisende VON KOPPENFELS auf Grund eigener Beobachtung die ersten zuverlässigen Mitteilungen über das Freileben des Riesenaffen (das grösste von ihm geschossene Männchen hatte 1,90 m Körperlänge und wog 200 Kilo) veröffentlicht hatte, lief im Sommer 1876 durch die Presse aller Länder die das grösste Aufsehen in der ganzen gebildeten Welt erregende Nachricht, dass Stabsarzt Dr. FALKENSTEIN, Mitglied der Loango-Expedition, bei der Heimkehr einen lebenden Gorilla mitgebracht und dem Berliner Aquarium verkauft habe. Es war ein junges, 69 cm grosses und 31 Pfund schweres Exemplar, welches dank der vorzüglichen Pflege, die ihm Dr. FALKENSTEIN — jetzt Sanitätsrat

in Gr. Lichterfelde und als Teilnehmer der Naturforscher-Versammlung in Breslau anwesend — widmete, gesund in Berlin eintraf und bis zum Herbst 1877 (16 Monate und 6 Tage lang) am Leben blieb.

Von den wenigen seitdem nach Europa gelangten Gorillas ist einer im Jahre 1887 vom Londoner zoologischen Garten angekauft worden, ein zweiter im Hamburger Garten, der eigens einen Wärter zur Abholung nach Westafrika gesandt hatte, schwerkrank eingetroffen und, ohne dass man ihn den Besuchern zeigen konnte, verendet. Zwei oder drei sind dann noch im Laufe der Jahre vom Berliner Aquarium erworben worden, haben daselbst aber im längsten Falle 14 Monate 4 Tage, meistens nur Wochen oder Tage gelebt. Im Jahre 1903 besass der Rotterdamer Tiergarten kurze Zeit einen jungen Gorilla, und vor wenigen Wochen gelangten wieder zwei junge Weibchen in den Londoner Garten, die aber auch schon an Lungenentzündung gestorben sind.

Es muss deshalb als ein ganz besonderes Glück bezeichnet werden, dass das Breslauer Exemplar, ein Weibchen, welches mein Vorgänger, der verstorbene Direktor STECHMANN, von dem Händler Cross in Liverpool am 3. September 1897, damals etwa vierjährig, kaufte, schon sieben Jahre lang am Leben erhalten werden konnte. Mühe genug hat dies gekostet, und neben der sachgemässen Unterbringung des Tieres in unserem Affenhause ist es besonders der unermüdlichen Sorgfalt und Pflege unseres alten, bewährten Futtermeisters, Herrn Doering, zu verdanken, wenn das Tier heute noch lebt.

Was über dasselbe in den Aufzeichnungen meines Vorgängers zu finden war und was ich selbst in den letzten drei Jahren beobachten konnte, will ich Ihnen in kurzen Worten mitteilen.

Zunächst dürften die Aufzeichnungen über die Wachstumsverhältnisse des Tieres von Interesse sein, da kaum fortlaufende Beobachtungen an Menschenaffen von gleicher Zeitdauer anderweitig verzeichnet sein dürften.

Bei seiner Ankunft in Breslau wog das Tier $31\,{}^1/_2$ Pfund, im August 1904 wog es 66 Pfund. Die allmähliche Zunahme ist aus Tabelle A[1]) ersichtlich. Eine Abnahme an Gewicht fällt regelmässig mit Krankheiten des Tieres zusammen. Während es früher ohne jede Scheu auf die Wage hinaufging, liess das Tier sich in den beiden letzten Jahren leider nur selten wiegen.

Ende Juli 1898 traten bei unserem Weibchen zum ersten Male Zeichen geschlechtlicher Erregung hervor. Dieselben wiederholten sich am 5. September desselben Jahres und traten vom 4. Januar 1899 an ziemlich regelmässig auf, d. h. etwa in Zwischenräumen von vier Wochen, wie aus Tabelle B[2]) ersichtlich.

Zuweilen hält diese Erregung nur einen Tag an, zuweilen dauert sie mehrere Tage. Die Augen des Tieres, die gewöhnlich einen sehr ruhigen, etwas scheuen Ausdruck haben, bekommen dann ein starres und wildes Gepräge und verleihen dem Tiere eine ganz andere Physiognomie. Sobald sich nun in dieser Brunstzeit — wenn ich sie so nennen darf — eine ihm bekannte männliche Person im Affenhause zeigt, stellt das Weibchen sich mit den Hinterfüssen recht breitbeinig hin und schlägt mit der rechten Hand so lange gegen den Geschlechtsteil, bis die betreffende Person sich entfernt hat, oder bis man dem Tiere droht, was aber nur für kurze Zeit nützt. Laute gibt das Tier dabei gar nicht von sich, vielmehr presst es die Lippen während des Schlagens sehr fest aufeinander und hält den sonst stark herabhängend getragenen Kopf recht hoch. — In der Regel ist in den Tagen der Brunst der Appetit ein schwacher. Blutungen aus der Scheide wurden nicht beobachtet, ob einige Blutflecken, die sich am 16. Sept. 1903 in der Schlafdecke zeigten,

1) u. 2) Diese Tabellen können hier wegen Mangels an Raum nicht wiedergegeben werden, sollen aber an anderer Stelle veröffentlicht werden.

von solchen Blutungen herrührten, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden; die Brunstperiode war im September 1903 ausgeblieben.

Am 24. Oktober 1903 gegen 10 Uhr vormittags bekam das Weibchen plötzlich kolikartige Krämpfe. Das sonst ruhige und phlegmatische Tier wälzte sich wild im Käfig umher, die Gliedmassen waren gekrümmt und gegen den Leib gepresst, es ächzte und stöhnte, war aber gegen jede Hilfe, die man ihm angedeihen lassen wollte, sehr ablehnend. Ärztlicherseits wurden diese Erscheinungen damals auf Störungen im Ovarium zurückgeführt. Vor wenigen Tagen, am 13. September, fand ein ähnlicher, kürzerer Anfall statt; das Tier zeigte schon seit dem 9. Sept. wenig Fresslust und bald allgemeine Schwäche; eine Untersuchung des Harns ergab, dass das Weibchen an chronischer Nephritis leidet, heute ist es aber schon wieder auf dem Wege der Besserung. —

Im Frühjahr 1901, also in einem Alter von etwa 8 Jahren, trat der Zahnwechsel bei dem Weibchen ein; doch nur bei den Eckzähnen des Unterkiefers wurde dies direkt beobachtet. Das Zahnfleisch war stark gerötet, das Tier fasste oft mit der Hand in den Mund hinein, der Milchzahn wurde ganz allmälich gehoben, vom neuen Zahn nach aussen gedrängt und eines Tages, als der Zahn schon sehr lose war, vom Wärter entfernt, was sich das Tier ruhig gefallen liess. — Dem Zahnwechsel ging eine Periode geringen Appetits voraus; dass ein Hautausschlag im Gesicht des Tieres, der im Januar 1901 auftrat, irgend wie mit dem Zahnwechsel in Zusammenhang stand, ist kaum anzunehmen.

Kurze Zeit nach vollendetem Zahnwechsel, zuerst am 7. März 1901, stiess das Tier zuweilen am Tage, anscheinend als Zeichen von Wohlbefinden, vorher von ihm noch nie gehörte Laute aus, die sich etwa in folgender Weise wiedergeben lassen: u! u! u! u! üh! üh! üh! lang gezogen und darauf in kürzeren Zwischenräumen gu! gu! gu! gu! u. s. w. —

Als Zeichen von Wohlbefinden fasste ich auch das Klopfen der Brust mit den Fäusten auf. Nachdem das Tier vorher in seinem Käfig umhergelaufen, und an Kletterbaum, Stange und Strick umhergeklettert war, setzte es sich plötzlich in Hockstellung hin und richtete sich, was jedoch seltener geschah, zu voller Höhe auf oder legte sich auf den Rücken und klopfte sich mit beiden zu Fäusten geballten Händen abwechselnd eine Weile kräftig auf die Brust. In den beiden letzten Jahren ist dieses Brustklopfen bei unserem Weibchen nicht mehr beobachtet worden. Dies vielfach als „Trommeln" bezeichnete Gebahren wird auch von Dr. Falkenstein von dem von ihm gepflegten, oben erwähnten Gorilla mitgeteilt und als Zeichen des Wohlbefindens erklärt. Nach der Ankunft in Europa ist das Trommeln bei jenem Gorilla nicht mehr beobachtet worden, und Dr. Falkenstein nimmt wohl mit Recht als Grund hierfür an, dass dem Tiere in Europa nicht mehr der volle Grad der Gesundheit, wie drüben in Afrika, eigen gewesen sei. Bei alten ausgewachsenen, freilebenden Gorillas ist seitens der Beobachter das „Trommeln" stets als ein Zeichen zorniger und feindseliger Erregung gedeutet worden.

In Bezug auf die Färbung des Tieres muss erwähnt werden, dass sein Haarkleid bis zum Jahre 1900 ein gleichmässig dunkles war. Seither hat sich das Haar auf der Kopfplatte intensiv braunrot verfärbt, und oberhalb des Afters ist ein ganz kleiner Büschel weisser Haare sichtbar geworden.

Die einzelnen Sinnesorgane unseres Tieres sind gut entwickelt. Ausserordentlich scharf muss sein Gehör sein, was aus folgender, wiederholt gemachter Beobachtung hervorzugehen scheint. Obwohl das Tier den Rücken der Glaswand zukehrte, das Herannahen seines Pflegers also nicht sehen konnte, hörte es den Tritt desselben aus dem der anderen Menschen, die ein- und ausgingen, sofort heraus, richtete sich auf, ging, ohne sich umzudrehen, an die Tür des Käfigs und erwartete dort seinen Eintritt.

Ebenso gut scheint das Gesicht des Tieres zu sein, da es durch sein Benehmen zu erkennen gibt, dass es seinen Pfleger erkennt, wenn derselbe noch 80—100 Meter vom Affenhause entfernt ist. Bei ihm unbekannten Personen, die es aus derselben Richtung kommen sieht, lässt es sich aus seiner Ruhe nicht stören.

Auch der Geruch des Tieres muss scharf entwickelt sein, denn es bemerkt sofort jeden Zusatz eines Stoffes, der sich der menschlichen Nase nicht bemerkbar macht, der seinem Futter, etwa in Form von Pulver in einer Frucht verborgen, zugesetzt oder als Lösung seinem Trinkwasser beigemengt wurde. Es geht nur misstrauisch nach langem Beriechen an solches Futter und verweigert dasselbe, sobald der Geschmack nicht der gewohnte ist, bezüglich ihm nicht zusagt.

Die Ernährungsfrage war daher im Anfange auch eine recht schwierige. Als das Tier ankam, frass es zunächst ausser reifen Bananen nur Heu, das ihm gut zu bekommen schien. Auch von Koppenfels hatte ja beobachtet, und durch Paschen konnte dies neuerdings bestätigt werden, dass der Mageninhalt der geschossenen Gorillas fast ausschliesslich aus einer gewissen Grasart ihrer Heimat bestand. Einige Wochen nach seiner Ankunft verschmähte unser Weibchen Bananen und andere Früchte als Futter und frass dafür Brot- und Semmelkrusten; ferner frass es mit Vorliebe aufgebrühtes Kleeheu, von dem es auch jetzt täglich ein grösseres Quantum vertilgt, indem das Tier mit grossem Eifer die Köpfchen und Blätter sorgfältig von den Stengeln abrupft und zerkaut; ebenso gern werden frischer Klee mit den Blüten, junges Laub von Akazien und Rosenblüten verzehrt. Trinkwasser nimmt das Tier nur, wenn dasselbe einen geringen Zusatz von Salz erhalten hat. Dieser Zusatz wurde im Anfange gemacht, weil man beobachtete, dass das Weibchen die Unart an sich hatte, seinen Urin zu trinken, was es auch jetzt noch zuweilen tut. Das Tier trinkt verhältnismässig viel; im Sommer bei grosser Hitze bis 3 Liter gut temperiertes und schwach gesalzenes Wasser am Tage. An einen eine Zeit hindurch gereichten Zusatz von Somatose zum Trinkwasser hatte es sich leicht gewöhnt. — Dem Versuche gegenüber, ihm statt Heu gedörrte Gemüse verschiedener Art zu reichen, verhielt es sich durchaus ablehnend. Allmählich hat es dann Datteln, Feigen, Backobst, Johannisbrot, Erdnüsse, Mohrrüben und unsere heimischen Früchte, Stein- und Kernobst, sowie Beeren, besonders Blaubeeren, als Nahrung würdigen gelernt. Ab und zu schmeckt ihm auch eine abgekochte Kartoffel, neben dickgekochtem Reis, das einzige gekochte Nahrungsmittel, welches das Tier zu sich nimmt. Gern nascht es auch hin und wieder einige Getreidekörner, Mais, Hanfsamen u. s. w. Sehr eigentümlich war in der ersten Zeit die Gewohnheit des Tieres, Schmutz, der bei schlechtem Wetter von seinem Pfleger mit den Stiefeln zufällig in den Käfig hineingebracht wurde, zu verzehren, gleichgültig, ob es Lehmerde, Sand oder andere Erde war; reichte man ihm aber diese Stoffe zu anderen Zeiten, so rührte es sie nicht an. Als Hauptsache bei der Ernährung muss also gelten, dass das Futter möglichst oft gewechselt wird, denn was das Tier heute noch gern frisst, rührt es morgen wo möglich nicht mehr an. Mit besonderer Vorliebe frass es eine Zeit lang die grossen, frischen Blätter einer tropischen Ficusart, von der zufällig ein Exemplar im Palmenhause, das die Käfige der Menschenaffen umschliesst, vorhanden war. Durch Stecklinge vermehrte man den Baum, doch seit längerer Zeit nimmt das Tier diese Blätter auch nicht mehr als Futter an. Irgend welche animalische Kost hat unser Gorilla-Weibchen niemals zu sich genommen.

Auch das Gefühl unseres Tieres ist ein sehr feines; es reagiert auf die leiseste Berührung. Kitzelt man das Tier, was es sich nur gefallen lässt,

wenn es besonders gut gelaunt ist, so schliesst es die Augen, legt sich auf den Rücken und stösst leise grunzende Laute aus. Sonst ist seine Stimme ein ziemlich kräftiger, knurrender Ton, der in der Wut zu einem mit geöffneten Lippen kurz hervorgestossenen Krächzen wird. In Erwartung von Futter wird, sobald dasselbe in Sicht kommt, ein langgezogener sanfterer Ton ausgestossen, und der mittlere Teil der Lippen wird dabei stark gespitzt.

Von sonstigen bemerkenswerten Eigenschaften unseres Tieres wäre seine Eifersucht auf seinen Nachbarn, einen männlichen Schimpansen, zu erwähnen, falls man sich mit diesem zuerst beschäftigt und nicht auch an seinen Käfig kommt. Es beginnt dann zornig zu brummen, klopft an die Eisenstäbe des Käfigs, schiebt das Heu aus seinem Gitter heraus oder wirft den Trinknapf hinab, um sich bemerkbar zu machen. Füttert man den Schimpansen zuerst, dann erwacht sein Futterneid, den es durch zorniges Ächzen zu erkennen giebt. Hat es selbst aber etwas Gutes bekommen, so setzt es sich mit Vorliebe so hin, dass der Schimpanse sehen kann, was es verzehrt. Jedoch kommt es auch vor, dass das Gorilla-Weibchen dem Schimpansen Nahrung, die es selbst nicht mag, herumreicht; namentlich bei den vorhin erwähnten Ficusblättern ist dies wiederholt beobachtet worden.

Unser Gorilla-Weibchen zeigte in den ersten Jahren seines Hierseins ausserordentliche Furcht bei Gewitter, oder wenn ein Schuss in der Nähe fiel. Das Tier entleerte sich dann sofort und zitterte am ganzen Körper. Noch am 9. Januar 1900 wurde es gelegentlich von Eissprengungen in der Oder, in der Nähe des zoologischen Gartens, so aufgeregt, dass es den ganzen Darminhalt entleerte, den ganzen Tag gar nichts und auch am nächsten Tage nur wenig frass. Seither ist es damit besser geworden.

Eigentümlich ist auch, dass das Tier, obwohl es während seines Hierseins niemals geschlagen wurde, jedesmal zusammenschrickt und sich in den Hintergrund zurückzieht, wenn man an seinem Käfig unverhofft einen Stock oder Schirm in die Höhe hebt. Es scheint diese Furcht wohl darauf hinzuweisen, dass das Tier von seinen Vorbesitzern schlecht behandelt worden ist, und dies wiederum würde auch für sein gutes Gedächtnis sprechen. Unerklärlich ist auch seine Scheu vor Negern und anderen dunkelfarbigen Menschen, die es übrigens mit den meisten unserer Affen teilt. Als im Juni d. J. eine Tunesentruppe im Garten auftrat und ich die Mitglieder derselben eines Mittags in das Affenhaus hineinführte, war unser Gorilla-Weibchen ganz entsetzt und flüchtete scheu in die äusserste Ecke des Käfigs, während der Schimpanse wütend an der Glasscheibe auf- und ablief.

Mit Tagesanbruch erhebt sich unser Gorilla von seinem Lager, das aus einem Bündel Heu und einer Wolldecke besteht. Das Heu schleppt er in eine Ecke des Käfigs, setzt sich mitten hinein und umstopft sich ringsum sorgfältig. Zuletzt zieht er dann die Decke über den Körper und schläft meistens sitzend. Morgens wandert er viel im Käfig umher, steigt auf den Kletterbaum, schwingt sich am Tau, aber alles geschieht mit äusserster Ruhe, ohne jede Hast; sein Gang hat etwas Eckiges und Steifes an sich. Am Tage legt das Tier sich zuweilen auf die Seite hin und schiebt eine Hand unter den Kopf; oder es stützt sich seitwärts mit einem Ellenbogen auf den Boden und hält das Kinn mit der Sohle seines Hinterfusses. Ist es sehr warm, und das Tier hat sich viel bewegt, so treten kleine Schweissperlen an seinem Gesicht auf, seine Ausdünstung gleicht der eines ländlichen Arbeiters im Sommer.

In der Regel sitzt „Pussi“, wie unser Tier genannt wird, ruhig da, beobachtet den immer lustigen Nachbarn „Schimpanse“ in seinem Spiel, schiebt ihm auch wohl Grashalme durch das Gitter zu, schenkt aber auch allen anderen Vorgängen in seiner Umgebung Beachtung. Kommt die Zeit der Fütterung

heran, dann wird das Tier lebhafter, wandert unruhig im Käfig umher und zeigt lebhafte Zeichen von Ungeduld. Wird ihm sein Trinkwasser gereicht, so neigt es sich mit dem Kopf über das Gefäss, spitzt die Lippen und trinkt in kleinen Zügen, ohne dass ein schlürfender Ton hörbar wird.

Das, m. H., ist alles, was ich Ihnen über Beobachtungen an unserem Gorilla mitteilen kann; hoffentlich gelingt es uns, das hochinteressante und kostbare Tier noch lange am Leben zu erhalten.[1])

2. Herr S. SÜSSBACH-Kiel: **Über gestaltende Einflüsse bei der Entwicklung des Darmkanals der Amphibien, Sauropsiden und Säugetiere.**

Alle bisherigen Versuche, die Ursachen für die verschiedene Gestaltung des Darmkanals bei den verschiedenen Gruppen der Wirbeltiere aufzufinden, führten zu dem Ergebnis, dass, wenn irgend etwas unmittelbar auf den Darmbau gestaltend einwirke, dies nur die Futterart selbst sein könne, deren Verarbeitung dem Darm im einzelnen Falle obliegt. Diese Auffassung kehrt stets wieder, trotzdem nur in einem einzigen Falle — von BABÁK[2]) durch Experimente an Froschlarven — ein solcher Einfluss tatsächlich festgestellt werden konnte, ohne dass es übrigens gelungen wäre, in den kausalen Zusammenhang der sich hierbei abspielenden Vorgänge Einblick zu erlangen, und trotzdem andererseits der Erklärung der Ausbildung des Darmkanals je nach der Aufgabe der Verdauung verschiedenartiger Nahrung Befunde gegenüberstehen, welche zeigen, dass

1. verschiedene Tiere von gleicher Ernährungsweise verschiedene Ausbildung des Darms zeigen,
2. Tiere von verschiedener Ernährungsart gleiche relative Darmlänge besitzen,
3. ein herbivores Tier, das Pferd, einen relativ viel kürzeren Darm besitzt als das omnivore Schwein.

Aus dieser Unzulänglichkeit des Prinzips folgt, dass zum mindesten neben einer Einwirkung der Futterart noch andere Einflüsse bei der Gestaltung des Darmkanals wirksam sein müssen.

Wollen wir diese auffinden, so ist es notwendig, zunächst festzustellen, ob sich konstante Wechselbeziehungen zwischen der Ausbildung des Darmkanals und anderer Leibes-, bezw. Bauchhöhlenorgane, zwischen der des Darmkanals und des Raumes, in dem er untergebracht ist, endlich in der Ausbildung verschiedener Abschnitte des Darmkanals ermitteln lassen. Erst danach dürfen wir hoffen, auch die Ursachen für die aufgefundenen, gesetzmässig koinzidenten Gestaltungseigentümlichkeiten feststellen zu können.

Eine solche regelmässige Korrelation zeigt uns das Verhalten der Längenentwicklung des Mitteldarms bei den placentalen Landsäugetieren zu der Längenentwicklung und Verlagerung des Hinterdarms.

Hier finden wir gewöhnlich mit kurzem Hinterdarm kurzen Mitteldarm, mit langem Hinterdarm langen Mitteldarm verbunden. Ferner zeigt es sich, dass, je nachdem Mächtigkeit und Verlagerung des Hinterdarms dem Mitteldarme das Ausweichen gegenüber dem sich bei der Nahrungsaufnahme weitenden

1) Leider ist dies nicht gelungen, das seltene Tier ist an den Folgen der Nephritis am 6. Oktober 1904 gestorben. Sein Cadaver, den das zoologische Institut der Universität Breslau erworben hat, soll Gegenstand einer ausfürlichen Arbeit werden.

2) BABÁK, EDWARD, Über den Einfluss der Nahrung auf die Länge des Darmkanals. Biolog. Zentralbl., Bd. XXIII, 1903, Nr. 13, 14 u. 15.

Magen mehr oder weniger erschwert, das Längenwachstum des Mitteldarms eweilig ganz bestimmte Relationen zeigt. (Besprechung des Verhaltens bei Primaten, Equiden, Suiden, Ruminantiern, Mus decumanus.)

Schliesslich sehen wir an Embryonen gerade derjenigen placentalen Landsäuger, welche die kompliziertesten Lagerungs- und grössten Längenverhältnisse des Hinterdarms zeigen, bei Rinds- und Schweinsembryonen, schon die typische Verlagerung und dementsprechend auch annähernd die definitive relative Länge des Hinterdarms, während dem Mitteldarme noch viel zu seiner definitiven relativen Längenentwicklung fehlt.

Aus diesem allen folgt, dass nicht nur die Ausbildung des Hinterdarms zeitlich der des Mitteldarms bei den placentalen Landsäugetieren voraneilt, nicht nur, dass sie ein mitbestimmender Faktor bei der Längenentwicklung des Mitteldarms ist, sondern dass diese erst endgültig bestimmt wird durch den Druck des sich bei der Nahrungsaufnahme weitenden Magens, kombiniert mit dem von den übrigen Bauchhöhlenorganen, speziell dem Hinterdarm, und den Bauchhöhlenwandungen dem abdominalwärts gerichteten Ausweichen des Mitteldarms entgegenwirkenden Widerstande. Das Resultat der als längenbestimmend ermittelten Druckwirkung ist freilich ein zunächst paradox erscheinendes. Man sollte erwarten, dass, je grösser das Mass der Erweiterung des Magens bei der Nahrungsaufnahme, je grösser also die Einengung des Raumes ist, der für den Mitteldarm innerhalb der Bauchhöhle verfügbar bleibt, eines Raumes, der noch geringer ist, je voluminöser der Hinterdarm, dass desto geringer auch die Längenentwicklung des Mitteldarms sein müsste. Aber gerade das Gegenteil ist der Fall. Bedenken wir andererseits, dass gerade bei grosser Verminderung des für den Mitteldarm verfügbaren Raumes für diesen die Ausnutzung auch der kleinsten und entlegensten Nische innerhalb der Bauchhöhle von Wert sein muss, so ergibt sich hieraus die Forderung einer möglichst grossen Geschmeidigkeit, welche in der Tat eben in der Auflösung in zahlreiche dünnwandige Schlingen verwirklicht ist. Von praktischem Werte ist also die grössere Längenentwicklung des Mitteldarms bei Steigerung von Magendruck mal Widerstand der übrigen Bauchhöhlenorgane und der Bauchhöhlenwandungen tatsächlich. Eine kausale Erklärung darf sich aber mit diesem Resultate noch nicht begnügen.

Bevor wir auf dem Wege zu ihrer völligen Durchführung weitergehen, ist es nötig zu untersuchen, wodurch der Grad der Längenentwicklung des Hinterdarms bestimmt wird, der ja seinerseits für den beim Mitteldarm ausgebildeten Grad der Längenentwicklung mitbestimmend war. Da der Hinterdarm seine definitive relative Länge schon während des Embryonallebens annähernd erreicht, so kann hierfür der erst postembryonal periodisch wirksame Druck des bei der Nahrungsaufnahme sich weitenden Magens nicht in Frage kommen. Beim placentalen Säugerembryo finden wir aber ein temporär in seinem Wachstum allen übrigen Bauchhöhlenorganen voraneilendes Organ, die Leber, welche, ein gleichzeitiges Erstarken der vorderen Bauchwand vorausgesetzt, während des Embryonallebens einen Druck auf den embryonalen Darm ausüben wird, der dann zu demselben Resultat, einer Steigerung von dessen Längenwachstum, führen muss. In der Tat sehen wir die Straffung der vorderen Bauchwand schon embryonal, am frühesten bei den placentalen Landsäugetieren mit relativ längstem Hinterdarm, den Ruminantiern, eintreten, erst spät, postembryonal bei den mit kurzem Hinterdarm begabten Karnivoren und können dazwischen diesen entsprechende Verhaltensarten bei Suiden und Primaten beobachten. Der Zeitpunkt des Eintretens der Straffung der vorderen Bauchwand hängt seinerseits wieder aufs innigste zusammen mit der Stärke der vorderen Bauchmuskulatur überhaupt, welche wieder durch die verschiedene

Inanspruchnahme auf Belastung durch die bei verschiedener Bewegungsart mit verschiedener Wucht auf sie drückenden Baucheingeweide bestimmt wird.

Wir sehen also die Faktoren, welche die Längenentwicklung des Hinterdarms bei placentalen Landsäugetieren bestimmen, Druck der embryonalen Leber und Zeitpunkt des Erstarkens der vorderen Bauchwand, selbst wieder abhängig von zwei weiteren, indirekt also die Ausbildung des Hinterdarms beeinflussenden Faktoren, der Innigkeit der Beziehungen zwischen mütterlichem und kindlichem Organismus (Placentarkreislauf, Leberwachstum) und der Mannigfaltigkeit der möglichen Bewegungsarten in den verschiedenen tiergeographischen Facies des Festlandslebensbezirks.

Nunmehr gehen wir dazu über zu untersuchen, ob neben dem Drucke je eines bestimmten Bauchhöhlenorgans in Verbindung mit dem Widerstande der übrigen Organe und der Bauchhöhlenwandungen noch andere gestaltende Einflüsse bei dem Längenwachstum des Darmrohres, bezw. seiner Abschnitte sich geltend machen, und in welcher Weise sich ihre Wirkungen mit denen des äusseren Drucks kombinieren können.

In der Tatsache des Vorhandenseins von Zotten und Schleimhautfalten sehen wir den Ausdruck eines verschieden schnellen Wachstums der verschiedenen Schichten der Darmwandung. Da nun das entodermale Epithelrohr eher vorhanden ist, als die es umgebende Splanchnopleura, so kann auch seine gewebliche Differenzierung eher eintreten als die der letzteren. Daher findet das in das embryonale Splanchnopleuragewebe sich einlagernde Myosin bereits ganz bestimmt gerichtete, vom Epithelrohr ausgeübte Zugwirkungen innerhalb der Splanchnopleura vor. Die einzelnen Elemente der Splanchnopleura werden, entsprechend dem Ausdehnungsbestreben des Epithelrohrs zirkulär und in der Längsrichtung auf Zug beansprucht, und dem entsprechend muss sich das Myosin in Ring- und Längsmuskelschicht anordnen, und zwar wird die Mächtigkeit dieser Schichten der Energie der in den beiden Richtungen wirkenden Zugkräfte proportional ausfallen. Solange nun von aussen her kein Druck anderer Organe auf das wachsende Darmrohr einwirkt, wird die Verteilung des Myosins innerhalb der Darmwand nur von den durch das Wachstum des sich selbst überlassenen inneren Epithelrohrs ausgeübten Zugrichtungen und Zugstärken beeinflusst werden. Sobald aber ein von aussen wirkender Druck einen Darmteil in bestimmte Lageverhältnisse zwingt, ihn zwischen andere Bauchhöhlenorgane oder in Nischen und Ausbuchtungen der Bauchhöhle selbst hineinzwängt, so wird damit einem weiteren zirkulären Auseinanderweichen der Elemente der inneren Darmauskleidung ein Hindernis entgegengesetzt, während die Streckung des Mucosa-Rohres ungehindert weiter erfolgen kann. Diesen veränderten Wachstumsverhältnissen der Innenschicht wird sich dann entsprechend die Gliederung der Muscularis anschliessen müssen. Die Folge davon ist das Zustandekommen eines langen, dünnwandigen Darmrohres, von dem bereits gezeigt wurde, dass es auch durch seine Geschmeidigkeit zur geschicktesten, vollkommensten Ausnutzung des ihm innerhalb der Bauchhöhle zur Verfügung stehenden Raumes am besten geeignet ist.

Es lässt sich leicht zeigen, dass dieselben 2 gestaltenden Einflüsse, welche das Längenwachstum der Abschnitte des Darmkanals bei den placentalen Landsäugetieren bestimmen, dies auch bei den übrigen Amnioten und den Amphibien tun.

Die eigenartigen Längenverhältnisse des Darms und seiner Abteilungen bei den placentalen Wassersäugetieren und den aplacentalen Säugern erklären sich ohne Schwierigkeit aus den im einzelnen Falle herrschenden Verhältnissen des Drucks der embryonalen Leber, bezw. des im postembryonalen Leben sich entsprechend der Voluminosität der Nahrung in verschiedenem Masse erweiternden

Magens, welcher in Verbindung mit dem Widerstande der übrigen Bauchhöhlenorgane und der Bauchhöhlenwandung auf das mit verschieden schnellem Wachstum der Schichten seiner Wandung heranwachsende Darmrohr einwirkt. (Besprechung der auffallenden Verhältnisse bei Halicore und den Marsupialiern mit langem Hinterdarm.)

Erst wenn wir unsere Betrachtungen über die Klasse der Säuger hinaus ausdehnen, erkennen wir, dass für die Ausbildung der Längenverhältnisse des Darms und seiner Abschnitte auch die Abgrenzung der Bauchhöhle gegen die Brusthöhle, die blosse Tatsache der Ausbildung des Zwerchfells in Gemeinschaft mit den bisher genannten Faktoren von hoher Wichtigkeit ist, da sie nur eine abdominalwärts gerichtete Erweiterung des Magens, ein abdominalwärts gerichtetes Vordringen der embryonalen Leber zulässt.

Die gleiche Wirkung üben nämlich auch die bei Krokodilen und Schildkröten ausgebildeten pseudodiaphragmatischen Bildungen, und entsprechend sehen wir bei ihnen grössere Längenentwicklung des Darms und seiner Abschnitte als bei den übrigen Reptilien.

Ein Versuch, die auf die Entwicklung des Darmkanals und seiner Abschnitte indirekt wirkenden Einflüsse, deren gemeinsames Wirkungsprodukt besteht in:

1. dem direkt gestaltenden Einflusse des verschieden zeitigen Einsetzens, der Dauer, der Intensität des Drucks der embryonalen Leber in Gemeinschaft mit dem Widerstande der Leibes-, bezw. Bauchhöhlenwandungen und der übrigen Organe dieser Körperhöhlen auf den embryonalen Darm,
2. dem direkt gestaltenden Einflusse der Intensität des Drucks des sich postembryonal bei der Nahrungsaufnahme weitenden Magens in Verbindung mit dem Widerstande der entsprechenden Körperhöhlenwandungen und -Organe auf den Mitteldarm,

— ein Versuch, die indirekten Einflüsse auf die Längenentwicklung des Darms unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu vereinigen, führt zu dem Schlusse: wir haben es hier mit der mittelbaren Wirkung von Einrichtungen zu tun, durch deren Entstehung erst eine dauernde Eroberung des Festlandlebensbezirks für den Tierstamm der Wirbeltiere möglich, die Notwendigkeit einer zeitweiligen Rückkehr zum Wasserleben, die für die Amphibien noch besteht, ausgeschaltet wurde, und eine ständige Besiedelung der von den grossen Wasserläufen entfernteren Gebiete des festen Landes zustande kommen konnte.

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, vormittags 10 Uhr.

Vorsitzender: Herr R. Hertwig-München.

Zahl der Teilnehmer: 21.

8. Herr L. Heine-Breslau **demonstriert seltene Missbildungen des Taubenauges.**

1. Cyclops des Taubenkopfes. Der Fall ist typisch, zwischen Ober- und Unterschnabel befindet sich ein relativ grosses Auge, welches eine Cornea, eine Linse, eine Pupille, ein Pecten, unten in der Mittellinie eine erhaltene foetale Augenspalte, einen Opticus, 2 Tractus, 1 Grosshirn mit vielen Cysten

erkennen lässt. Vorn am Grosshirn findet sich ein reich entwickelter Gefässbaum.

2. Encephalocele des Taubenkopfes. Aus dem Grosshirn zieht sich der Bruchsack in die eine Augenhöhle hinein und drückt hier die Bulbuswand von oben innen her ein. Weiter nach vorn zu hängt die Hirnmasse noch tiefer hinab, so dass auch die untere Bulbushälfte eine zweite buckelförmige Eindrückung erfährt.

3. Horizontalschnitte durch den Kopf einer Taube, deren eines Auge vollständig intakt ist. Das andere zeigt eine Retina, in der nur Neuroepithelien und MÜLLERsche Stützfasern zur Ausbildung gelangt sind. Die bipolaren- und Ganglienzellen mit Nervenfasern fehlen völlig. Die Retina sieht ähnlich aus wie die menschliche Retina mit IWANOFFschen Hohlräumen, mit dem Unterschiede, dass letztere sich nur an der Ora serrata finden, während hier die ganze Retina gleichmässig affiziert ist. Redner glaubt eine angeborene Missbildung annehmen zu sollen. In der Literatur ist ein dem ähnlicher Fall nicht zu finden.

Diskussion. Es sprach Herr R. HERTWIG-München.

4. Herr H. STADELMANN-Würzburg: **Umwandlung amorpher Materie in gestaltete** (mit Demonstrationen).

M. H., nur als kurze Erläuterungen zu unseren Demonstrationen sollen die nachfolgenden Worte dienen. Wir wollen später ausführlich über den Gedankengang, der uns bei der Versuchsanordnung leitete, über das Zustandekommen der Gebilde und über diese selbst berichten, die wir als Ergebnis von Versuchen über Umwandlung amorpher Materie in gestaltete erhalten haben.

Die Methode dieser Umwandlung ist folgende:

Die Lösung eines bestimmten Metallsalzes diente als Flüssigkeit für die Erzeugung eines elektrischen Stromes im Verein mit einem Metall- und einem Kohlestab. Der genannten Lösung wurden verschiedene Chemikalien zugesetzt. Wir erhielten auf diese Weise eine Menge der verschiedenartigsten Gebilde. Je nach dem Milieu, unter dem ein Versuch angestellt wurde, und je nach der Qantität und Qualität der Ingredienzien richtete sich das Ergebnis.

Die von uns nach der genannten Methode hergestellten Gebilde erinnern der Form nach alle an Lebewesen; sie sind anorganischer Natur.

Es bildeten sich an der Kohle, und zwar oft schon nach Ablauf von $^1/_4$ Stunde bis einigen Stunden, Zotten, Ranken, schwammartige Auflagerungen, ringförmige Gebilde um die Kohle, welche letzteren abwechselnd orange-violett-orange, oder gelb-purpurrot-gelb aussahen. Unter dem Mikroskop liessen diese 3—6 mm breiten Ringe ein Netz- und Balkenwerk erkennen. Es bildeten sich ferner Auflagerungen an der Kohle, die dem Äusseren nach einem Badeschwamme glichen. Ferner muschelschalenartige, auf einander liegende, innen purpurrot, aussen zart rosa und gelb gefärbte Formen. Die vorhin erwähnten Ranken, die mehrere Zentimeter lang wurden, ergaben bei der Untersuchung als Innerstes ein einer Weinrebe gleichendes, hohles Gebilde, das von einer glasigen, hellgelben Schicht umgeben war, die wieder von einer dickeren, dunkelgelb gefärbten Schicht umkleidet war. Weiterhin Gebilde, der Form nach ähnlich der Lappenflechte, die nach Verlauf einiger Tage kleine kugelige Gebilde an ihrem Ende trugen. Ferner Gebilde, die moosartig aussahen und nach einigen Tagen Stäbchen zwischen den Blättchenformen hervorbrachten, die an ihrem Ende ein Kugelgebilde trugen. Ferner mehrere Zentimeter lange schlauchförmige Gebilde, die sich, von der Kohle herabziehend, bandartig auf dem Boden des Glases übereinander lagerten. Frei in der Flüssigkeit sich

bildende, kugelförmige Gebilde, die eine feine innere Struktur aufwiesen. Bechergebilde, bis zu 2 cm Länge, die am peripheren Ende sich überhäuteten und schliesslich eine Napfform zeigten. Mehrfach auf einander gelagerte Schalen, wie auf einander gestellte Untertassen. Röhrchen mit gleichbleibendem Durchmesser, die 2—3 Seitenröhrchen auswachsen liessen. Schneckenhausähnliche Gebilde mit innerem häutigen Spiralgange. Membranen von verschiedener Grösse und Dicke und von verschiedener Farbe. Kristalle, die heute als flüssige oder fliessende bezeichnet werden.

Ein einziger Versuch ergibt eine überreiche derartige Vegetation.

Ganz frische Präparate zeigen ein äusserst prächtiges Farbenspiel; sie sind gelb, rot, blau, violett, orange in allerlei Nüancen.

Das Sediment der ursprünglichen Lösung zeigt je nach der Versuchsanordnung ein regelmässiges Sprungsystem beim Eintrocknen. Dieses Sprungsystem tritt auch im kleinen auf, wenn man z. B. nur sehr wenig dieser Flüssigkeit auf dem Objektträger eintrocknen lässt.

Von diesen und vielen anderen Ergebnissen, die wir bei unseren sehr zahlreichen und auf das verschiedenfachste variierten Versuchen erhielten, wollen wir heute eine besondere Erscheinung auf dem Gebiete dieser Formenbildung unter dem Mikroskop zeigen. Es handelt sich dabei um ein 3faches, formal ganz verschiedenes Wachstum bei ein- und demselben Versuche.

Diese Formenbildung vollzog sich in kurzer Zeit. Nach Ablauf von 6—8 Stunden ungefähr nach Beginn des Versuchs zeigen sich schwammartige Gebilde von 1—3 mm Länge, 1—2 mm Breite und 1—2 mm Höhe; dieselben sitzen breit auf einer Unterlage auf und spitzen sich nach oben etwas zu. An der Stelle, wo diese Gebilde der Unterlage anhaften, besitzen dieselben einen Hohlraum, der mit einer dünnen Membran ausgekleidet ist. Diese feine Membran bildet mitunter Scheidewände und teilt den Hohlraum in mehrere kleinere. Zu gleicher Zeit entwickeln sich etwa 4—10 dieser Gebilde von verschiedener Grösse nach den angegebenen Massen an verschiedenen Stellen. Alle diese Gebilde haben den nämlichen Typus. Sie sind anfänglich von gelber Farbe. Wenn sie bereits $^1/_2$ Tag alt sind, ändert sich ihre Farbe; man sieht tiefrote Streifen auf dem vorher ganz gelben Gebilde; nach weiteren Stunden färbt es sich völlig rot; manche behalten die Mischung der gelben und roten Farbe bei; andere werden bräunlich. Hinsichtlich dieser chromatischen Erscheinungen müssen wir erwähnen, dass Farbstoffe den Präparaten nicht zugesetzt wurden. Bei den makroskopisch eben beschriebenen Gebilden zeigen sich bei auffallendem Lichte unter dem Mikroskop auf der Oberfläche Ausmündungen von Röhrchen.

1—2 Tage nach der Versuchsanordnung präsentieren sich auf den eben beschriebenen Gebilden andere Formen. Diese haben das Aussehen gestielter Becher und sind hohl. Diese Becherbildungen erweitern sich nach dem oberen Ende zu einem $^1/_2$—5 mm weiten Durchmesser. Ihre Länge ist $1\,^1/_2$—20 mm. Innen sind sie mit einer gelben Schicht ausgekleidet; aussen sind sie rot, rotbraun bis braun. Die Öffnung am peripheren Ende ist meist kreisrund; an dieser Stelle bildet sich mitunter ein dünnes Häutchen, das einer Blase gleich dem Hohlraum aufsitzt und beim Grösserwerden des Bechers überwachsen werden kann; es legt sich dann dieses dünne Häutchen faltig zusammen. Je nach den Ingredienzien ist diese Becherbildung undurchsichtig oder aus einer glasigen, durchsichtigen Masse. Andere dieser Becherbildungen sind am peripheren Ende viereckig und haben in der Mitte eine kreisrunde Öffnung. Betrachtet man zu Beginn des Wachstums derselben diese Becher unter dem Mikroskop, so sieht man, dass sie sich aus ganz dünnen, gefaserten, sowie aus dünnen gekörnten Häutchen aufbauen.

Bei auffallendem Lichte unter dem Mikroskop sieht man auf der Aussenseite der Becher sowohl, wie in der Höhlung derselben vielfach gewundene kleine Schläuche. Die Innenseite dieser frei endigenden kleinen Schläuche ist von karminroter Farbe, während die Aussenseite gelb, gelbrot, rot, bräunlich erscheint.

Als drittes Stadium beim Entstehen der Bildungen sahen wir hutpilzähnliche Gebilde. Sie wachsen aus der Wandung der gross gewordenen Becher heraus. Es lässt sich formal an ihnen ein Strunk unterscheiden und eine darüber gebreitete Haube. Der „Strunk" ist 1—10 mm lang und hat einen $^1/_3$—1 mm langen Durchmesser. Die Haube hat einen Durchmesser von $^1/_3$—2 mm. Zu mehreren kommen diese hutpilzähnlichen Gebilde aus der Seitenwand eines „Bechers", oder setzen sich kranzartig um den Rand des Bechers.

Eben erst sich vorschiebende, halb und ganz entwickelte dieser Formationen findet man zu gleicher Zeit. Anfänglich sind diese Gebilde sehr dünnhäutig; im weiteren Verlaufe, nach Stunden werden sie kräftiger. Das Rohr („Strunk") ist gelb, rötlichgelb, braun, violett; die Haube gelb, rötlichgelb, rot, braun, violett. Unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht bemerkt man feine Schattierungen von verschiedenem Rot auf dem gelben oder rotgelben Gebilde. Lässt man diese Gebilde an der Luft trocknen, so berstet der „Strunk" sowohl, wie die Haube. Wir konnten ferner beobachten an einem ganz frischen Präparat (3—4 Stunden alt), dass von der Haube aus durch den „Strunk" 3 leicht geschlängelte Kanäle zogen, durch die wir Flüssigkeit von der Haube her unter dem Mikroskop ruckweise abfliesen sahen. Die Kanäle klappten danach zusammen und zeigten sich als häutige Stränge. In dem nämlichen Bildungsstadium entwickeln sich dünne Fäden, 2—3 mm lang, die an ihrem peripheren Ende einen Ring tragen. Manche dieser Ringe sind von 2 Fäden gehalten. Ihre Farbe ist gelb, gelbgrau, rotgelb, rot, braun.

Diese 3 Stadien der Entwicklung vollzogen sich regelmässig bei jedesmaligem Versuch. Wir hatten diesbezügliche Versuche mehrere 100 mal, verschiedenfach variiert, angestellt. Es lässt sich genau bestimmen, bis zu welcher Zeit unter gewissen äusseren Einwirkungen diese Gebilde zustande kommen. Es mag dieses Wachstum zu bestimmten Bildungen, die sich in ihrem Auftreten zeitlich ablösen, eine Adaptionserscheinung sein, die hervorgerufen ist durch den Verbrauch an Energie in dem angestellten Präparat.

Die Perspektiven, die sich aus diesen Versuchen ergeben, sind nach verschiedenen Seiten hin von weitgehender Natur. —

Zu den Versuchen, deren Ergebnisse wir heute zeigen, wurde Uranylnitrat, Lithium, Chlornatrium verwendet; als Metallstab diente Eisen. — Die Präparate sind zum Teil in Canadabalsam eingeschlossen, zum Teil sind es Trockenpräparate. — Ausgeführt wurden die Versuche von mir und Fräulein TANGLOVA. —

M. H., wenn ich als Mediziner Ihnen Präparate als Ergebnis einer Umwandlung amorpher Materie in gestaltete demonstriere, so mag es befremdend erscheinen; die Erklärung liegt darin, dass gerade der Mediziner an der Beantwortung der Frage nach dem Entstehen von Lebensformen und nach den Kräften, die dieselben erhalten und modifizieren, besonderes Interesse hat, sowie an dem Vorgange der Umwandlung von Energien überhaupt.

Diskussion. An derselben beteiligen sich die Herren: W. KÜKENTHAL-Breslau, R. HERTWIG-München, KNAUFF-Breslau und ZIMMER-Breslau.

Nach der Diskussion erfolgte die Demonstration der Präparate.

5. Herr F. HAMBURGER-Wien: **Assimilation und Vererbung.**

M. H.! Das Gesetz von der Erhaltung der Art sagt, dass das Kind immer die Eigentümlichkeiten der Art an sich trägt, der die Eltern angehören.

Wir sind nun auf Grund der biologischen Forschung in der Lage, uns über diese Arteigentümlichkeiten eine genauere Vorstellung zu machen. Die Hauptergebnisse dieser Forschung können wir kurz ungefähr so fassen: Einander entsprechende, d. h. denselben Funktionen dienende Zellen verschiedener Tierspezies sind trotz ihrer weitgehenden Ähnlichkeit von einander grundverschieden. Dieser Schluss stützt sich auf folgendes Grundexperiment: Das Serum eines Kaninchens, dem Erythrocyten oder Spermatozoen vom Pferd injiziert worden waren, wirkt nur auf die Erythrocyten und Spermatozoen vom Pferd, aber nicht auf die vom Rind. Die einander bis ins Detail ähnlichen Erythrocyten, bezw. Spermatozoen von Pferd und Rind müssen also von einander verschieden sein. Pferd und Rind sind also nicht nur durch die äussere Form von einander verschieden, sondern auch in all ihren Zellen und Geweben (z. B. Blut, Milch). Es entspricht also der Verschiedenheit der äusseren Form zweier Spezies auch eine innere Verschiedenheit, eine Verschiedenheit jeder einzelnen Zelle. Das Serum eines Kaninchens, dem Kuhmilch injiziert worden war, wirkt nur auf die Milch vom Rind, nicht auf die Milch von Mensch oder Pferd. Das Serum dieses Kaninchens wirkt aber nicht nur auf die Milch vom Rind, sondern auch auf alle anderen Gewebe und alle Zellen vom Rind (aber nicht vom Pferd). Es müssen also Erythrocyten, Spermatozoen, Blutserum, Milch etc. vom Rind trotz ihrer Verschiedenheit in funktionellem und chemischem Verhalten einander sehr ähnlich sein, sie müssen etwas Gemeinsames besitzen, was sie als Angehörige der Spezies Rind charakterisiert. Wir sagen, jede einzelne Zelle eines Tieres trägt die Arteigentümlichkeiten an sich.

Das biologische Experiment zeigt uns also, dass funktionsgleiche Zellen (z. B. Spermatozoen) verschiedener Arten artlich verschieden sind, dass funktionsverschiedene Zellen (z. B. Leber-, Nieren-, Blutzellen) derselben Art artlich gleich, arteinheitlich sind. Wir sprechen von einem Gesetz der Artverschiedenheit und von einem Gesetz der Arteinheit. Wir führen das Gesetz von der Artverschiedenheit auf eine Verschiedenheit des die Zellen und Gewebe verschiedener Spezies aufbauenden Eiweisses zurück und sagen, einer chemischen Vorstellung folgend, die Eiweisskörper verschiedener Spezies haben eine verschiedene Struktur ihres Moleküls. Das Gesetz von der Arteinheit sagt dagegen, die verschiedenen Eiweisse derselben Spezies haben einen ihnen gemeinsamen Aufbau ihres Moleküls, dieselbe biochemische Struktur.

Betrachten wir nun, von diesen neu gewonnenen Gesichtspunkten ausgehend, Fortpflanzung und Vererbung. Bei der Fortpflanzung handelt es sich sowohl bei ein-, als auch bei vielzelligen, sowohl bei ein-, als zweigeschlechtlichen Tieren um eine Vermehrung der „Ausgangszelle“, der Ahnenzelle. Bei den Einzellern wird jede neue Zelle, jede Tochterzelle ein selbständiger Organismus, bei den vielzelligen Tieren bildet erst eine grosse zusammenhängende Anzahl von Zellen einen selbständigen Organismus. Soll eine Vermehrung nun stattfinden, so muss die betreffende Zelle wachsen, d. h. an Leibessubstanz zunehmen. Das kann aber nur durch Aufnahme von Nährstoffen geschehen. Diese müssen dann in das der betreffenden Zelle charakteristische Eiweiss übergeführt, d. h. assimiliert werden. Damit sind die früheren Nährstoffe in lebendes Eiweiss übergeführt worden, und dieses ist jetzt imstande, neue Nährstoffe in das artcharakteristische Eiweiss überzuführen, zu assimilieren. Unter fortwährender Assimilation von Nährstoffen und oft wiederholter Zellteilung

kommt es endlich zur Entwicklung von Milliarden neuer Zellen, von denen jede einzelne in ihrem Eiweiss die artcharakteristische Struktur aufweist. Von der Ausgangssubstanz in der Ahnenzelle ist in den Milliarden junger Zellen nichts mehr vorhanden, aber die Struktur des Eiweissmoleküls, die artcharakteristische Form, in der sich die C-, H-, N-, O-, S-Atome aneinander legen, ist erhalten geblieben, ebenso ist erhalten geblieben die Fähigkeit des lebenden Eiweisses, Nährstoffe zu assimilieren. Was uns also die Erhaltung der Art erklärt, ist eine Energie, beruhend auf der Fähigkeit des lebenden Eiweisses zu assimilieren. Man gelangt mit zwingender Notwendigkeit zu dem Schluss: Es wechselt fortwährend die Substanz, während die Form, in der sie auftritt, unverändert bleibt.

Wie haben wir uns nun die Tatsache von der Vererbung väterlicher Eigenschaften vorzustellen? Wir wissen, dass rasseverschiedene Eltern Junge zeugen, die die Eigentümlichkeiten beider Rassen aufweisen. Wir wissen, dass sich Rassen- und selbst Individualeigentümlichkeiten des Vaters bei den Jungen z. T. wiederzeigen. Worin bestehen denn nun Rassen- und Individualeigentümlichkeiten? In erster Linie gewiss in der äusseren Form. Dieser Verschiedenheit der äusseren Form zweier rasseverschiedener Tiere entspricht, so schliessen wir per analogiam, eine Verschiedenheit jeder einzelnen Zelle dieser beiden Tiere.

Wir nehmen also an, so wie funktionsgleiche, artverschiedene Zellen eine verschiedene biochemische Struktur ihres Eiweissmoleküls haben, so sind auch funktions- und artgleiche, jedoch rasseverschiedene Zellen verschieden in der Struktur ihres Eiweisses. Sowie nun die artcharakteristische Eiweißstruktur in jeder Zelle eines Organismus wiederkehrt, und wie wir diese Tatsache zurückführen auf ein Gesetz von der Arteinheit, so schliessen wir auch hier auf ein Gesetz von der Rasseneinheit. Sind nun Vater und Mutter rasseverschieden, so vereinigen sich also bei der Zeugung zwei Zellen, deren biochemische Struktur wohl artgleich, jedoch rasseverschieden ist. Die daraus entstehende „Mischungszelle“ besitzt also jetzt eine Eiweißstruktur, welche sowohl Rasseneigentümlichkeiten der Mutter, als auch des Vaters besitzt. Infolge der fortdauernden Assimilation muss daher dann jede einzelne Zelle des neuen Organismus dieselbe biochemische Struktur ihres Eiweisses besitzen wie die „Mischungszelle“. Jede einzelne Zelle muss also die Rasseneigentümlichkeiten von Mutter und Vater in sich vereinigen. Ganz ebenso verhält es sich mit der Vererbung von Individualeigentümlichkeiten. Wir brauchen dann in der ganzen Überlegung nur statt des Ausdruckes Rasse das Wort Individuum einzusetzen.

Was meiner Ansicht nach durch die hier in gedrängter Form entwickelte Anschauungsweise gewonnen wird, ist ein besseres Verständnis von der Tatsache der Vererbung väterlicher Eigenschaften. Wenn wir bedenken, dass der Vater bei der ganzen Entwicklung des kindlichen Organismus nur mit einer einzigen Zelle beteiligt ist, während die Mutter nicht nur diese, sondern auch noch die ganze Nahrung für den sich entwickelnden Organismus hergibt, so erscheint es doch von vorn herein unverständlich, dass der Einfluss des Vaters auf die Eigenschaften des Kindes ein erheblicher sein soll.

Dadurch aber, dass wir mit zwingender Notwendigkeit auf die Annahme einer Assimilationsfähigkeit des lebenden Eiweisses, welche die Umformung von Nährstoffen in art- und individualcharakteristisches Eiweiss besorgt, hingewiesen werden, erscheint jetzt die Vererbung väterlicher Rassen- und Individualeigentümlichkeiten nicht im geringsten wunderbarer als die Tatsache von der Erhaltung der Art überhaupt.

Bezüglich der näheren Ausführungen meiner Vererbungstheorie erlaube

ich mir auf meine Broschüre „Arteigenheit und Assimilation“, 1903, hinzuweisen.

Diskussion. An derselben nahmen die Herren H. FRIEDENTHAL-Berlin, R. HERTWIG-München und L. RHUMBLER-Göttingen teil.

---

3. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr R. HERTWIG-München.

Zahl der Teilnehmer: 33.

6. Herr W. KÜKENTHAL-Breslau: **Das neue zoologische Institut und Museum der Universität Breslau.**

(An den Vortrag schloss sich eine Besichtigung des Instituts und Museums.)

V.

Abteilung für Anthropologie, Ethnologie und Prähistorie.

(No. XI.)

Einführende: Herr W. GREMPLER-Breslau,
Herr G. THILENIUS-Breslau,
Herr H. SEGER-Breslau.
Schriftführer: Herr G. LUSTIG-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr H. SEGER-Breslau: Die Steinzeit in Schlesien.
2. Herr F. HOLDEFLEISS-Breslau: Prähistorische Haustiere in Schlesien.
3. Herr MERTINS-Breslau: Über die chronologische Gliederung der schlesischen Gräberfelder.
4. Herr R. LEONHARD-Breslau: Ethnographische Ergebnisse einer dritten Reise nach Kleinasien.
5. Herr H. HAHNE-Magdeburg: Die Frage der ältesten, primitivsten Steinartefakte (Eolithenfrage).
6. Herr R. HELLMICH-Glogau: Die Dreigräben im Bobergebiet.
7. Herr G. THILENIUS-Breslau: Kröte und Gebärmutter im deutschen Volksglauben.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr G. THILENIUS-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 53.

1. Herr H. SEGER-Breslau: **Die Steinzeit in Schlesien.**

Aus der älteren Steinzeit sind sichere Funde in Schlesien noch nicht nachweisbar. Dagegen ist die jüngere Steinzeit durch viele Einzelfunde von Steingeräten, durch Wohnstätten und Gräber reich vertreten. Von besonderer Bedeutung sind die seit einigen Jahren unter Leitung des Referenten veranstalteten Ausgrabungen bei Jordansmühl, Kreis Nimptsch. Dort hat man auf einer Höhe die Reste eines ausgedehnten Dorfes aus der Steinzeit entdeckt. Die Wohnungen sind in Gestalt von Herdstellen, Aschenplätzen und Abfall-

gruben deutlich erkennbar. Ihre Einschlüsse zeigen, dass die Bewohner Ackerbau trieben, die wichtigsten Haustiere besassen, die Kunst des Spinnens und Webens verstanden und den Hirsch und den Urochsen jagten. Dicht neben den Wohnstätten liegen die Gräber. Die Toten ruhen mit gebeugten Knieen auf der Seite. Manche sind reich geschmückt mit Halsketten, Ohr- und Fingerringen, Armbändern und Agraffen aus Kupfer oder zinnarmer Bronze. Als Beigaben finden sich Stein- und Knocheninstrumente und Tongefässe für die Wegzehrung. Letztere sind oft schön verziert und zeigen augenfällige Beziehungen zu Süd-Ungarn und den Balkanländern. Andererseits fehlt es auch nicht an Anklängen an die nordische Keramik, so dass es den Anschein hat, als wenn sich in Schlesien zwei Kulturströmungen begegnet wären. Trotz ihres Metallreichtums ist die durch Jordansmühl und andere Funde vertretene Stufe der schlesischen Steinzeit nicht deren jüngste Periode, sondern ihr folgt eine andere, für welche Tongefässe mit Schnureindrücken, nordische Feuersteinwaffen und Schmucksachen aus zinnreicherer Bronze charakteristisch sind. An diese schliesst sich unmittelbar die älteste Periode der eigentlichen Bronzezeit, die an den Anfang des vorletzten Jahrtausends v. Chr. zu setzen ist.

(Der Vortrag wurde durch Vorführung von Lichtbildern erläutert. Ausführliche Wiedergabe erfolgt im Archiv für Anthropologie.)

2. Herr F. Holdefleiss-Breslau: **Prähistorische Haustiere in Schlesien.**

So zahlreiche prähistorische Fundstellen in Schlesien schon blossgelegt sind, mit Urnen und Zeichen menschlicher Tätigkeit, so verhältnismässig selten sind die hier gesammelten Überreste von prähistorischen Haustieren. Es sind ja hier und dort einzelne Knochen und Schädelteile gefunden und aufbewahrt worden, welche immmerhin einige Auskunft darüber geben, dass in jener Zeit schon ein Zusammenleben von Menschen mit Tieren stattgefunden hat, welches diesen die Stellung von Haustieren zuweist. Doch lassen sich diese Einzelfunde nicht im entferntesten vergleichen mit den an Ausbeute so reichen Fundstellen anderer Gegenden Deutschlands.

Es lässt sich vielleicht vermuten, dass bei dem eifrigen Interesse für Überreste menschlicher Kunstfertigkeit aus jener Zeit, wie Urnen, Bronzen und Steinwerkzeuge, manche Schätze von Tierknochen, welche eine reiche Ausbeute hätten erwarten lassen, übersehen worden sind. Dass diese Annahme nicht ungerechtfertigt ist, zeigt ein in letzter Zeit bei Jordansmühl und Wilschkowitz aufgedecktes Lager, in welchem mit einem Male Haustierreste von so reicher Mannigfaltigkeit dargeboten werden, dass man sicher auch für Schlesien ein sehr ausgiebiges Vorhandensein von Haustieren in prähistorischer Zeit vermuten kann. Es sind Reste von Rindern, Schafen, Schweinen und Hunden. Die Museumsverwaltung hatte alsbald nach der Auffindung die wesentlichsten Stücke an Prof. Conrad Keller in Zürich zur sachverständigen Bestimmung geschickt; ich habe dann gern die weitere Sortierung, Bestimmung und Bearbeitung übernommen.

Das am meisten in die Augen fallende Fundobjekt ist ein fast vollständiges Skelett eines jüngeren Exemplars von Bos primigenius, allerdings mit vollständig zertrümmertem Schädel, von welchem leider bei weitem nicht alle Trümmerstücke vorhanden sind. Daneben fanden sich Teile eines Schädels, welche die Merkmale des Bos brachyceros besitzen. Das Brachyceros-Rind war jedenfalls das Hausrind; es zeigen das nicht nur die weicheren Konturen des Schädels, mit weniger rauhen und weniger scharf hervortretenden Muskelansatzstellen, sondern es spricht hierfür auch, dass vielfach anderwärts Schädelstücke des kleinen Bos brachyceros, der Torfkuh, in solchem Zusammenhange gefunden worden sind, dass sie als Haustierknochen gelten müssen. Ich lege

hier das obere Stück eines solchen unzweifelhaften Brachyceros-Schädels vor, aus einem Torf in der Nähe von Grünberg. Auch an anderen Orten Schlesiens, z. B. auf der Dominsel Breslaus, sind derartige prähistorische Schädel gefunden.

Nach allen Beobachtungen scheint es, dass dies hier in Schlesien das einzige Hausrind in der prähistorischen Zeit gewesen ist, und dass die in gleichen Lagen gefundenen Teile von Bos primigenius wild lebenden Tieren angehörten.

Zunächst muss es als ausgeschlossen gelten, wie es wohl von manchen Forschern, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, angenommen wird, dass die eine Form aus der anderen entstanden sei. Die Formen brachyceros und primigenius kommen seit den frühsten Zeiten neben einander vor, und beide Schädelformen haben sich seit der prähistorischen Zeit bis heute, trotz der allerverschiedensten Haltungsverhältnisse, in gleicher Verschiedenheit erhalten. Dass namentlich die Brachycerosform eine verkümmerte Zwergform vom Primigenius-Rind sei, wie wohl auch angenommen wurde, weil jene meist in den sehr kleinen Schädeln der Torfkuh erscheint, ist nicht anzunehmen; denn das Brachyceros-Rind kommt ebenso wie in sehr kleinen, auch in sehr grossen Rassen vor. Ist doch das noch heute in Schlesien einheimische rote Landrind, welches sich durch ansehnliche Grösse auszeichnet, ganz zweifellos ein Brachyceros-Rind. Und es spricht für die höchst ausgebildete Anpassungsfähigkeit des hierbei doch seine typische Schädelform beibehaltenden Brachyceros-Rindes, dass es nach allen Anzeichen von der neolithischen Zeit bis heute hier in Schlesien hat heimisch sein können.

Auch dass das brachycere Rind durch Zähmung des Primigenius-Rindes sich allmählich entwickelt habe, daran ist ebenfalls nicht zu denken; denn das letztere ist nun seit Jahrtausenden schon als Hausrind benutzt worden und hat doch seine charakteristische Schädelform behalten. Auch hier in Schlesien werden Primigenius-Rinder — es sind das die Niederungsrinder — jetzt seit langem neben den brachyceren gehalten, ohne etwas an ihren typischen Formeigenschaften eingebüsst zu haben. Wie beständig diese verschiedenen Formcharaktere sich erhalten, zeigt sich z. B. darin, dass die Angler Rinder in Schleswig, die, so lange man es verfolgen kann, in jenen Niederungen leben, wo sonst das primigene Niederungsvieh heimisch ist, doch ihren brachyceren Schädelbau so ausgeprägt beibehalten haben, wie nur irgend ein Brachyceros-Rind. Ebenso habe ich in Südrussland konstatieren können, dass dort das Primigenius-Rind als graues Steppenrind und daneben in ausgeprägter Form das brachycere rote südrussische Rind, so lange man denken kann, neben einander existieren.

Es könnte nun noch die Frage entstehen, ob etwa die beiden hier gefundenen Rinderformen Haustiere gewesen seien, doch glaube ich dem entschieden widersprechen zu können. Einmal ist es von vorn herein sehr unwahrscheinlich, dass jene in so primitiver Weise lebenden Menschen zwei so verschiedene Haustierrassen vom Rind gehabt haben, eine so kümmerlich kleine, wie die Brachyceros-Rasse der damaligen Zeit war, und zugleich die ganz gewaltig grosse Primigenius-Rasse. Es widerspricht das allen denkbaren Voraussetzungen. Alle in Schlesien gefundenen Primigenius-Schädel kennzeichnen sich auch durch die Unebenheiten ihrer Flächen, durch die scharfen Konturen der Knochenvorsprünge als herrührend von Tieren, welche eine für Haustiere zu starke Muskulatur hatten, und welche genötigt waren, in der Freiheit ihr Futter sich selbst anzueignen. Das hier gefundene Primigenius-Skelett scheint einem jungen, anscheinend noch nicht ganz erwachsenen Tiere angehört zu haben, das zeigt die sehr geringe Abnutzung der Zähne. Und zwar muss es nach allen Anzeichen auf der Jagd erlegt worden sein; denn während die übrigen

Skeletteile noch verhältnismässig recht gut erhalten sind, war der Schädel so zerschlagen, dass man nur annehmen kann, er sei mit Absicht zertrümmert, sei es beim Töten, oder noch wahrscheinlicher, um die Schädeldecke mit den Hörnern als Jagdtrophäe zu erhalten.

Die wesentlichsten Masse sind folgende:

Länge des vollständig erhaltenen Unterkiefers	45	cm
Humerus, Gesamtlänge	34,5	„
„ Länge von Gelenk zu Gelenk . .	29	„
Länge des Radius	31	„
Länge des Mittelhandknochens	19,5	„
Femur, Gesamtlänge	42	„
„ Länge von Gelenk zu Gelenk . . .	19	„
Länge der Tibia	35	„
„ des Schienbeines	22,5	„
Beckenlänge	45,5	„

Trotz seines jugendlichen Zustandes besitzt das Tier eine recht imponierende Grösse, und es ist ein sehr interessantes und lehrreiches Stück, welches das Museum in dem Sklelett besitzt. In schöner Vollständigkeit sind alle Fussknochen nebst Schulterblättern, alle Halswirbel, wenn auch etwas verletzt, die meisten Rückenwirbel und die Rippen vollzählig, wenn auch teilweise unvollständig, sowie das Becken vorhanden. Kreuzbein und Brustbein sowie die Schwanzwirbel fehlen. Am meisten ist zu beklagen, dass der Schädel am wenigsten vollständig erhalten ist; doch sind immerhin die Unterkiefer und das ganze Gebiss vorhanden. Der Schädel ist von einem Künstler des Museums ergänzt worden, ohne dass natürlich die ihm gegebene Form auf Zuverlässigkeit Anspruch machen könnte. Das sonstige Skelett habe ich rekonstruieren können und hoffe es mit Genehmigung der Museumsverwaltung noch eingehender bearbeiten zu können.

Viel weniger vollständig konnten bis jetzt die gefundenen Schaf- und Schweineknochen zu Skeletten rekonstruiert werden. Vom Schaf sind einige Schädelteile vorhanden, welche es als das Torfschaf charakterisieren. Es liegt namentlich vor eine gut erhaltene Schädeldecke, bestehend aus Hinterhauptbein mit Hinterhauptloch, im Zusammenhang mit den Stirnbeinen, und den Hornzapfen. Bezeichnend sind für das Torfschaf die zweikantigen Hornzapfen, welche einen mehr ziegenartigen Charakter haben. Die sonstigen Knochen des Skeletts bedürfen noch einer sorgfältigen Sortierung, doch erscheint eine einigermassen befriedigende Rekonstruierung nicht ausgeschlossen.

Vom Schwein sind wohl Unterkiefer vorhanden, auch zum Teil das Gebiss des Oberkiefers; aber die übrigen wichtigen Schädelteile fehlen; während Knochen der Gliedmassen ziemlich reichlich vorhanden sind. Wegen der Unvollständigkeit des Schädels kann ich es aber noch nicht wagen, eine Ansicht auszusprechen, ob Teile vom Torfschwein oder vom Wildschwein vorliegen.

Viel vollkommener dagegen sind die Skelette von Hunden vorhanden, und zwar nicht nur Rumpf und Gliedmassen, sondern auch recht schöne und vollkommene Schädel. Sehr interessant ist es, dass sowohl Schädel vom kleineren Torfhund (Canis familiaris palustris) vorliegen, als auch solche vom grösseren sogen. Aschenhund (Can. fam. intermedius), und zwar von jedem mehrere Exemplare.

Die Masse der hier vorhandenen Schädel sind folgende:

	Torfhund mm	Aschenhund mm
1. Schädellänge vom Hinterhauptloch bis zu den Höhlen der Schneidezähne	145—150	162

	Torfhund mm	Aschenhund mm
2. Vom Hinterhauptkamm bis zum oberen Ende der Nasenbeine	91—92—93	100
3. Vom Hinterhauptloch bis zum oberen Rand des harten Gaumens	66—68—69	71—72
4. Länge der Nasenbeine	?	57—64
5. Jochbogenbreite	99	100
6. Grösste Breite am Alveolarrand des Oberkiefers	58—59—60	63
7. Unterkieferlänge	?	128—134

Beide Rassen sind allen Anzeichen nach Haushunde oder wenigstens Gebrauchshunde gewesen. Die Formen der zweiten Rasse sind nicht nur grösser, sondern auch etwas kräftiger ausgebildet, so dass es scheint, als ob der Torfhund mehr in Haus und Hof, der sogenannte Aschenhund mehr auf der Flur, also wahrscheinlich auch schon als Jagdhund benutzt worden ist.

Erfreulich ist, dass besonders vom letztgenannten die Gliedmassen mit, wie es scheint, fast allen minutiösen Zehengliedern erhalten sind, so dass es voraussichtlich gelingen wird, ein noch vollständigeres Skelett von ihm zusammenzusetzen, wie vom Primigenius-Rind, und ich werde nicht verfehlen, dies noch in der nächsten Zeit mit den geschickten Hilfskräften des Museums zu versuchen.

Es ist nur zu wünschen, dass die Funde solcher Haustierreste und deren Bearbeitung sich noch wesentlich vermehren; denn sie lassen nicht nur einen interessanten Einblick gewinnen in die Art der menschlichen Tätigkeit jener Zeiten, sondern, was schliesslich von ebensolcher Bedeutung ist, in die Entwicklung unserer Haustiere. Namentlich möchte ich Wert darauf legen, dass nicht nur die Abstammung und die Entwicklung der Haustiere im allgemeinen hierdurch noch mehr kennen gelernt wird, sondern dass wo möglich für bestimmte begrenzte Distrikte die Entwicklung einzelner Haustierrassen mit einiger Begründung festgestellt werden kann.

Diskussion. Herr G. THILENIUS-Breslau: Der Herr Vortragende hat besonders hingewiesen auf die Wichtigkeit systematischer Forschung. Das Ergebnis der Sammeltätigkeit unseres Schles. Museums ist das Bild neolithischer Viehhaltung, das Sie eben gehört haben. Gestatten Sie mir nun noch einen Hinweis auf die Fundumstände, die ich z. T. selbst feststellte. Beim Niedergehen fand sich der Schädel eines Kindes von ca. 8 Jahren, unmittelbar daran gelagert einige andere Knochen desselben. Also eine Nachbestattung. Wir hatten indessen den gewachsenen Boden noch nicht erreicht und verfuhren nach dem Grundsatze, den ganzen früher bewegten Boden zu durchsuchen. Da ergab sich folgendes Bild: Die Nachbestattung ruhte auf ca. 5 cm Erde. Dann folgten 3 zum Kreise gebogene auf einander liegende Hundeskelette. Die Schädel waren z. T. an der Nasenwurzel so beschädigt, dass augenscheinlich die Tiere durch einen Schlag auf die Nase getötet worden waren. Der unterste Hund lag auf dem Kopfe des Urs, an welch letzterem die Hörner wohl als Trophäe entfernt worden waren. An dem Urschädel lagen in normaler Lage 2 Halswirbel, in rechtem Winkel dazu lag der Rest des Körpers. Unter dem Urskelett folgten 30 cm fundleerer Erde, darunter erst fanden sich Reste vom Hund und Torfschaf. Erst bei 2 m Tiefe wurde der gewachsene Boden erreicht, etwa 4 cbm Erde mussten durchsucht werden. Das Ergebnis war über Erwarten lohnend. Hoffentlich führt dieser Erfolg systematischer Sammlung von Tierknochen zu eifriger Nachahmung.

3. Herr MERTINS-Breslau: **Über die chronologische Gliederung der schlesischen Gräberfelder.**

Referent hat, gestützt auf ungefähr 500 gut beobachtete Grabfunde, die zum grössten Teil erst in den letzten Jahren in das Schlesische Museum für Altertümer gekommen sind, eine vergleichende Untersuchung der Gefässformen und Verzierungsarten ausgeführt, um bestimmte Anhaltspunkte für eine chronologische Gliederung des aus den schlesischen Brandgräberfeldern stammenden Fundmaterials zu gewinnen. Er hat kleinere Gruppen, die sich aus nachweislich gleichzeitig auftretenden Formen zusammensetzen, auf Grund typologischer Entwicklungsreihen chronologisch geordnet und ist zur Annahme von drei Hauptgruppen gelangt, die vielfach ältere und jüngere Formen deutlich erkennen lassen und durch Übergangsformen zu einer einzigen fortlaufenden Reihe verbunden werden. An den Gefässen des ältesten Abschnitts, der nach den auffallendsten Typen, den Buckelgefässen, benannt wird, stellt er den kräftigen Zügen des Profils, den scharf gebrochenen Konturen, den stark ausgeprägten, wenig zahlreichen Ornamenten der Blütezeit die entarteten, unregelmässigen Gefässformen, die gehäuften und entstelllten Ornamente der Übergangszeit entgegen. An den Gefässen des mittleren Abschnitts, die schon reicher an Formen sind, heben sich im allgemeinen die einzelnen Teile weniger energisch von einander ab, die Profile runden sich, sie werden gefälliger, wenn auch weniger ausdrucksvoll, die alten Hauptmotive der Verzierung, insbesondere die Buckel, treten zurück, die nebensächlichen bilden sich aus, und neue erscheinen, wie z. B. das Band in einander geschobener schraffierter Dreiecke auf napfartigen Gefässen, das diese Gruppe besonders kennzeichnet. Dies zeigt sich später auch auf Tassen, kleinen terrinenartigen Gefässen, Klappern, Dosen und am Schluss selbst als Innendekoration von schüsselartigen Gefässen. Der dritte Abschnitt weist eine weitere Ausgestaltung der alten Motive und die grösste Mannigfaltigkeit der Form, besonders unter den kleineren Gefässen, auf. Die Gliederung des Gefässkörpers tritt noch mehr zurück oder wird ungleichmässiger; bald ist der Hals verkümmert, bald der Oberteil, bald der Unterteil. Das Band gestrichelter Dreiecke löst sich auf und ergibt eine Menge neuer Muster, die wir auch auf den zahlreichen bemalten und graphitierten Gefässen und als Innendekoration von Tassen und Schüsseln verwendet finden. Als neue Formen treten Deckel mit durchlochtem Griff, Räuchergefässe, Tierfiguren u. a. auf. Besonders charakteristisch sind Gefässe in Gestalt einer gedrückten Kugel mit breitem, stark ausladendem Halse, die zahlreiche Umgestaltungen erfahren und schliesslich zu Gefässen der La Tènezeit überleiten. In diesem dritten Abschnitt ist das Eisen aufgetreten, zunächst in Formen der Bronzen, die es dann mehr und mehr verdrängt, um schliesslich die La Tèneformen anzunehmen. Übergangsformen zeigen, dass die Epoche der schlesischen Gräberfelder bis an die La Tènezeit heranreicht. Ihr erstes Auftreten lässt sich hauptsächlich durch die schlesische, bezw. ostdeutsche Ösennadel bestimmen. Unter den 40 schlesischen Exemplaren gibt es drei Typen. Während Typus A (Schles. Vorz. VI, 327 und 330) einem mittleren Abschnitt der 2. Periode (n. MONTELIUS) angehört und mit einem Vorläufer der Buckelurnen (Schles. Vorz. VII, 548—550) gleichzeitig ist, stammen Typus B und C, die mit Buckelgefässen (Schles. Vorz. VI, 50) vorgekommen sind, aus dem Ende der 2. und dem Anfang der 3. Periode. Beginn und Ende des mittleren Abschnitts ergeben sich u. a. aus dem Gräberfeld von Carolath und dem 3. Depotfund von Carmine. Die drei Gruppen der schlesischen Gräberfelder nehmen also in dem System der Bronzezeit von MONTELIUS folgende Stellung ein: 1. Die ausgeprägten Buckelurnen treten bereits gegen Ende der 2. Periode auf und umfassen die 3. Periode. 2. Die mittlere Gruppe fällt in die 4. Periode, und

3. die jüngste Gruppe beginnt gegen das Ende der 4. Periode und besteht bis zum Auftreten der La Tèneformen.

4. Herr R. LEONHARD-Breslau: **Ethnographische Ergebnisse einer dritten Reise nach Kleinasien.**

Die für die Untersuchungen des Vortragenden in Betracht kommenden Gebiete sind die bisher fast völlig unbekannten Gebirgsländer des Ala-Dagh im NW und des Aidos-Dagh im NNO von der Stadt Angora. Die Bevölkerung des gesamten nördlichen Kleinasiens ist fast durchweg mohammedanisch und hat ein kulturell sehr gleichmässiges Gepräge. Das Forscherinteresse ist deshalb hauptsächlich solchen Elementen der türkisch sprechenden Bevölkerung zugewandt, die nicht als rechtgläubige Mohammedaner gelten, die sich isoliert von der übrigen orthodoxen Masse halten und deshalb den Typus der Urbevölkerung noch ziemlich rein darstellen. Ein derartiger Stamm sind die Kyzylbaschen. An einem noch niemals besuchten Orte Karaschehr hat LEONHARD diese studiert. Psychisch und somatisch unterscheiden sie sich von den echten Türken. Sie haben europäischen Typus, Gesichtszüge, wie man sie in Süddeutschland und am Rhein trifft. Das Haar ist weich, wellig und heller als das der Umwohner, es variiert vom Hellblond bis zum mittleren Braun. Die Kyzylbaschen haben zum Unterschied von den Türken ein lebhaftes Temperament, eine gewisse spöttische Heiterkeit und echtes Selbstbewusstsein. Die Frauen haben eine bessere Stellung als sonst. Die Kyzylbaschen sind nur äusserlich Mohammedaner und haben christliche Gebräuche. Alle ihre Eigenschaften erklären sich nur dadurch, dass wir annehmen, dass sie die am wenigsten vermischten Reste der galatischen Bevölkerung sind, die infolge ihres energischen Charakters und ihrer Wohnsitze im Gebirgslande im Festhalten an den Anschauungen und Kultformen des Christentums den inneren Widerstand gegen die Mohammedanisierung fand.

---

2. Sitzung.

Dienstag, den 20. September, vormittags 11 Uhr.

Vorsitzender: Herr G. THILENIUS-Breslau.

Zahl der Teilnehmer: 53.

5. Herr H. HAHNE-Magdeburg: **Die Frage der ältesten, primitivsten Steinartefakte** (Eolithenfrage).

M. D. u. H.! Die anfänglichen Bedenken gegenüber der Aufforderung, über die Eolithenfrage, ein seit $^1/_2$ Jahrhundert im Flusse befindliches Problem, zu Ihnen zu reden, sind mir geschwunden bei der Überlegung, dass diese Frage kürzlich in ein neues Stadium getreten ist, seit die deutsche Wissenschaft sich immer eingehender mit ihr beschäftigt. Es gilt immer mehr Teilnahme an unserer Arbeit zu wecken und andererseits durch Festlegung der Fragestellung falschen und unklaren Auffassungen zu begegnen.

Unser Thema war seither ein Stück französischer, belgischer und englischer Wissenschaft; die Kenntnis seiner Geschichte ist die beste Einführung in sein Verständnis. Einst galten die geschliffenen Steinbeile als Lusus naturae; Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde eine Steinzeit menschlicher Kultur u. a., Mitte vorigen Jahrhunderts die Trennung der älteren und neueren Steinzeit erkannt und der Chelleskeil und seine Verwandten als Werkzeuge des diluvialen

Menschen in das Material der Vorgeschichte eingereiht. Morphologischen Studien entsprang dann das MORTILLETsche System des Palaeolithicums. Das einzig mitsprechende „technische" Merkmal zur Entscheidung, ob ein Kieselstück Menschenarbeit oder Naturvorgängen seine Form verdankte, war der Schlaghügel am Absspliss und sein „Bett" (Negativ) am Kernstein oder bearbeiteten Werkstück. Dieses Merkmal war herüber genommen aus den Erfahrungen des Studiums des Neolithicums. Das starre MORTILLETsche System, kritiklos angenommen, hatte nur Sammeln schöner Stücke zur Folge, ohne Eindringen in feinere Verhältnisse der Technik der Kieselbearbeitung. Nur das sogenannte Moustérien hatte als Kennzeichen neben dem Schlaghügel noch die Retouches, d. h. Randschärfungen, die regelmässige Aneinanderreihung feiner gewollter Absplisse an dem ursprünglich scharfen Rande des betreffenden Werkzeugs, d. h. an seinem eigentlich wirksamen Teil, der durch diese „Nachschärfungen" wieder brauchbar wurde nach Abnutzung.

Der erste Anstoss zur Nachprüfung des MORTILLETschen Systems war die Entdeckung des Abbé BOURGEOIS, der 1867 im Tertiärkies des Cantal Feuersteinsplitter fand, von denen zwar nur wenige den Schlaghügel, aber alle jene Randabspleissungen in oft ausgezeichneter Weise zeigten. BOURGEOIS zog aus seinen Funden den einfachen Schluss, dass der Tertiärmensch (der an sich seit der Anerkennung des Diluvialmenschen keine Unmöglichkeit mehr war) nicht nur selbstgeschlagene, sondern auch natürliche Sprengstücke benutzt und noch keine Werkzeuge gewollter Form besessen habe. MORTILLET erkannte die Tertiärfunde an, aber nur soweit sie den Schlaghügel zeigten. Es entstand der niemals bewiesene Lehrsatz, dass absichtliche Randschärfungen völlig vorgetäuscht werden könnten durch natürliche Absplitterungen (man dachte an Atmosphärilien). Bald fanden aber BOURGEOIS' Funde und Lehren im Auslande Bestätigung: in England entdeckten ABBOT und HARRISON ähnliche Stücke in Lagerungen, die nach PRESTWICHS Bestimmung tertiäre Schichten sind. PRESTWICH, der für die Werkzeugnatur auch jener schlaghügellosen, natürlichen, aber randgeschärften Stücke eintrat, nannte diese Tertiärsilex Eolithen. Wie eingehendere Kenntnis lehrt, ist auch im Eolithicum der Schlaghügel häufig. Zu gleicher Zeit hatten in Belgien NEYRINCKS (1868), DELVAUX, CELS u. a. auch in diluvialen Schichten Kiesel mit eolithischem Bearbeitungscharakter nachgewiesen, und zwar in Schichten, die älter sind, als diejenigen, die auch in Belgien die palaeolithischen Kulturreste bergen. Es wurde das Mesvinien als eolithische diluviale Vorstufe des Palaeolithicums aufgestellt.

In Deutschland fehlten die Belegstücke des älteren anerkannten Palaeolithicums (Chelléen, Acheuléen). Die Taubachfunde u. ä. wurden in das Moustérien getan, die übrigen diluvialen Funde (aus den Höhlen etc.) sind spätdiluvial, zum Teil nacheiszeitlich. Gegen die Eolithenfrage verhielt man sich gleichgültig, vereinzelte fragliche Funde (KRAUSE, FRIEDEL, RABE) wurden nicht beachtet und nicht systematisch verfolgt.

Hier setzt der Einfluss der Erkenntnis der diluvialen Inlandeisvergletscherung ein und der Annahme einer oder mehrerer Zwischeneiszeiten zur Erklärung des Vorkommens von Fossilien einer Wärmeperiode in den Schichten der Eisablagerungen. Die Phasen der Eiszeit wurden in Beziehung gesetzt zu den Ablagerungen der Länder der Eiszeitvergletscherung, sowie der nicht von ihr berührten Länder. Mit diesen Arbeiten ist RUTOTS, des belgischen Landesgeologen, Name besonders verknüpft. Als „Gegner der Eolithen" suchte er ausserdem Beweise für deren natürliche Entstehung und fand dabei, durch eingehendste Untersuchung der in Betracht kommenden Naturvorgänge, die Nachweise dafür, dass diese keine wahren, ausgeprägten „Randschärfungen"

herstellen können, und dass die Eeolithen in Bourgeois' Sinne primitivste Menschenwerkzeuge sind, deren Zweck uns durchaus aber nicht immer klar ist.

Eine Stufenfolge bezüglich der mutmasslichen Entstehung der Steinindustrien überhaupt ergab sich ihm nicht nur aus morphologischen Gründen, wie sie Mortillet anwandte, sondern aus technischen und anthropologischen Überlegungen. Die geologisch-stratigraphischen und palaeontologischen Feststellungen brachten glänzende Belege. So ist das Eolithicum (im weiteren Sinne) folgendermassen verständlich: Der Mensch nahm zunächst (ausser seinen Nägeln, Muscheln etc.) scharfe Steinsplitter, wie er sie fand, in Gebrauch zum Schaben, Kratzen, Schneiden; Knollen und grobe Stücke zum Schlagen. Zerarbeitungsspuren und auffällige Auslese des natürlichen Materials nach der Handlichkeit erkennen wir schon an den ältesten Funden; daneben bald Auftreten von Nachschärfung verbrauchter Schärfen (retouche d'avivage) und absichtlicher Handlichmachung durch Beklopfen (retouche d'accomodation), sowie absichtliche Herstellung auch grosser Splitter!

Von diesem Eolithicum, welches sich also erstreckt vom Tertiär bis in das Alt-Diluvium, führt dann eine höchst wichtige, geologisch und technisch wohlerkennbare Zwischenstufe (Strépyen), mit beginnender Gesamtformgebung, zum Palaeolithicum. — In allen Stufen der Steinzeiten fand man ferner Werkzeuge von „eolithischem Charakter“, — sie waren offenbar der noch stets wirksame Notbehelf neben den „typischen“ Werkzeugen! Selbstredend darf man sie nicht als „Eolithe“ bezeichnen.

Durch Experimente wiesen wir nach, sowohl dass man mit Eolithen arbeiten kann, als auch dass sich an ihnen dabei in unseren Händen die charakteristischen Zuarbeitungsspuren bildeten und wir die Nachschärfungen etc. genau nachahmen können. Funde aus anderen Ländern, vor allem Schweinfurths ägyptische, bestätigten die tertiären und diluvialen Eolithen. Das Moustérien gilt uns nicht mehr als durchgehende Kulturstufe im diluvialen Palaeolithicum, sondern als lokales französisches Vorkommnis mit Bevorzugung einer Bearbeitungsart, wie sie an sich in allen Steinkulturen vorkommt. Die Taubachfunde wurden als Eolithen erkannt! (Klaatsch, Götze.)

In Deutschland begann 1903 Klaatsch, mit und nach ihm ich selbst systematisch Eolithen zu suchen, nach eingehenden Studien vom vorbildlichen Material Rutots u. a. und vor allem mit geologischen Gesichtspunkten und mit Erfolg, wie Rutot u. a. bestätigt. Unsere norddeutschen Eolithen sind Kulturreste zumeist aus dem I. diluvialen Interglaziale (= Mafflien Rutots nach geologischen und technischen Gesichtspunkten), die ersten Fundorte sind Britz, Rüdersdorf (Klaatsch) und die weitere Umgebung Magdeburgs: Biere, Schönebeck, Westeregeln, Halberstadt etc. (Hahne). Auf Vorkommen jüngerer Formen auch bei uns kann ich hier nicht eingehen! Unterdessen sind weitere ähnliche Funde gemacht, so in Freyenstein von Jäkel u. a.

Die norddeutschen diluvialen Eolithen bringen nun aber, weil sie so zu sagen „durch die Eiszeit gegangen“, neue Fragen, welche Rutots Untersuchungen über die möglichen Wirkungen natürlicher Vorgänge nicht berücksichtigen, da Rutot in „eiszeitlosen“ Ländern seine Studien gemacht hat. Neben den von Menschen herrührenden Veränderungen zeigen unsere Eolithen Folgen von Vorgängen, die während der Vergletscherung stattfanden, von all jenen „Bedrängnissen“, in die sie geraten sind sowohl vor, wie nach ihrer Benutzung als Werkzeuge (Zerquetschung, Zertrümmerung, Schrammung etc.). Erst wenn unser Blick geschärft ist im Studium der eolithischen Artefakte der „eiszeitlosen“ Länder, können wir bei uns Eolithen suchen. Andererseits müssen wir mehr und mehr eindringen in die Mannigfaltigkeit der möglichen natürlichen Veränderungen des Kiesels, da sie gerade in unserem Diluvium so gross

ist. Unser Ziel ist einerseits die Festsetzung sicherer, objektiver Merkmale zur Unterscheidung zwischen natürlichen Veränderungen des Kiesels und denen, die von des Menschen Hand stammen, andererseits versuchen wir, von der anthropologisch-technischen Seite an die Frage heranzukommen, ausgehend von gesicherten Grundlagen, die sich aus dem Studium anerkannter Steinkulturen ergeben, sowie von vernünftigen Theorien. Viele vermeintliche Eolithen älterer deutscher Funde sind hierbei als Naturprodukte auszusondern.

An den Vortrag schloss sich eine Demonstration und Besprechung des einschlägigen Materials, zumal auch der vermuteten Unterscheidungsmerkmale der genannten Art (BRACHT, SCHWEINFURTH, HAHNE) und der geologischen Verhältnisse.

Diskussion. Herr G. GÜRICH-Breslau stimmt dem Vortragenden in der vorsichtigen Beurteilung der hierher gehörigen Fragen bei, weist aber auf folgenden nach seiner Auffassung schwierigen Punkt hin: das Vorkommen vielfach sehr kleiner retouchierter Feuersteine, deren Zweck nicht ersichtlich erscheint. Flache Splitter können in gefällreichem schotterhaltigen Wasser an einer Kante so bestossen werden wie die „Kratzer“ und „Schaber“. Die belgischen Vorkommnisse stellen nesterartige Einlagerungen von Feuersteinen in bestimmten Horizonten des Diluviums dar und enthalten nur Feuersteine. Unsere interglazialen Ablagerungen stellen Gebilde, entstanden in stark fliessenden Gewässern, dar und enthalten Gesteinfragmente verschiedenster Art und Grösse. Bei dem Transport können dabei die Artefakte verletzt und unkenntlich geworden sein.

Herr HAHNE-Magdeburg erwidert auf Herrn GÜRICHS Bemerkung u. a. folgendes: Über den „Zweck“ aller jener primitivsten Artefakte können wir überhaupt noch nicht viel aussagen — ja nicht einmal über den des Chelleskeils; andererseits kennen wir aus allen anerkannten Steinindustrien sehr kleine und feine Instrumente. Übrigens finden sich gerade an den erwähnten kleinen Stücken unseres Diluviums oft Merkmale, dass sie nur Trugformen sind, Produkte zufälliger Zertrümmerung, und auch „technische“ Merkmale dafür, dass sie schon an sich als Werkzeuge anzusprechen wären.

Bestossungen durch Rollung in heftig bewegtem Wasser (in Sturzbächen, Meeresbrandung (!)) erzeugen nach meiner neusten Erfahrung höchstens ganz regellose Randabsplitterungen und immer an allen überhaupt angreifbaren Rändern verteilt, so zu sagen „sinnlos“; jedenfalls entstehen dabei Dinge, die von „Eolithen“, zumal den „klareren“ ausserdeutschen, sehr wohl zu scheiden sind! — Betreffs der Horizontfrage erinnere ich an Taubach, welches einer interglazialen Lagerung entspricht, wenn auch nicht zwischen zwei Moränen, und das ganz sicher dem Mesvinien entspricht, einem Mesvinien allerdings mit reichlicher Verwendung der absichtlichen Splitterherstellung — wohl aus dem einfachen Grunde, weil der „Eolithiker“ dort wenig oder keine natürlich zersprungenen Rundsteine vorfand.

Ausserdem mehren sich die Anzeichen dafür, dass auch bei uns zwischen den beiden Moränen hier und da Schichten liegen, die nicht oder wenig gestörte interglaziale Oberflächenbildungen darstellen.

6. Herr R. HELLMICH-Glogau: **Die Dreigräben im Bobergebiet.**

Seit meinem ersten Vortrage über dasselbe Thema im Verein für das Museum Schlesischer Altertümer sind mir von verschiedenen Seiten Hinweise gegeben worden, die ich noch nicht nachprüfen konnte. Sie nötigen mich aber, den Gegenstand etwas enger zu umschreiben. Ich möchte heute nur über die Dreigräben im Gebiet des Bobers sprechen.

Die ersten Nachrichten die sich mit ihrer Existenz befassen und sie zu erklären suchen, stammen von WORBS und finden sich in den Schles. Prov. Bl. vom Jahre 1802. Seit dieser Zeit ist mit kürzeren oder längeren Pausen in der Literatur immer wieder von ihnen die Rede gewesen. KELLER im Jahre 1825, auch in den Prov. Bl., DRESCHER in den Veröffentlichungen des Museumsvereins, dann MEITZEN, VIRCHOW, SCHULTE, GRÜNHAGEN, v. PEUCKER und zuletzt SCHÖPKE in der Zeitschrift des Geschichtsvereins haben Beschreibungen der Dreigräben gegeben und über ihr Entstehen und ihre Bestimmung Hypothesen aufgestellt.

Nach einem allerdings vollkommen verunglückten Profil, welches KELLER 1825 seiner Beschreibung beigab, hat erst VIRCHOW im Jahre 1874 wieder Masse angegeben und ein kleines Übersichtskärtchen geliefert. Sonst bestand eigentlich bis auf die neuste Zeit das durch ein Jahrhundert gesammelte Forschungsmaterial nur aus nicht immer ganz klaren Beschreibungen.

In diesem Stadium der Forschung regte der Verein für das Museum Schlesischer Altertümer eine eingehendere Untersuchung und besonders kartenmässige Festlegung der noch vorhandenen Reste an, und mit seiner Unterstützung, für die ich an dieser Stelle noch ausdrücklich danken will, habe ich die Untersuchungen durchgeführt und zum vorläufigen Abschluss gebracht.

Ich habe die mir gestellte Aufgabe nach verschiedenen Richtungen hin zu lösen versucht. Am notwendigsten war wohl zunächst die kartenmässige Festlegung, die durch Eintragung in die Messtischblätter und durch Zeichnung einer Übersichtskarte im Maßstab 1 : 100 000 geschah. Ich habe sowohl die Messtischblätter, die ich zu zwei Tafeln vereinigt habe, als auch die gezeichnete Übersichtskarke hier ausgestellt. Die Dreigräben sind mit roten Linien eingetragen, und Sie sehen sie zunächst nördlich vom Dorfe Rückenwaldau an der Grenze der Kreise Bunzlau und Sprottau anfangen und mit einer Lücke bei dem infolge eines jüngst stattgefundenen ungeheuren Waldbrandes in Asche gelegten Dorfe Neuvorwerk bis in die Nähe der Sümpfe des Kuhsees südlich von Petersdorf b. Primkenau verlaufen. In veränderter Richtung finden wir sie nördlich von Baierhaus wieder, von wo sie wieder mit einer Unterbrechung an einem Wiesental bis nach der Wiesenniederung am Bober streichen.

Jenseits des Bobers sollen sie früher bei Zirkau begonnen haben, sind jetzt aber erst 2 km westlich vom Flusse erkennbar und gehen, auch hier durch eine moorige Wiese unterbrochen, bis zu einem Wiesental südöstlich vom Dorfe Liebichau.

Nun finden wir die Dreigräben erst wieder nördlich vom Bober, und zwar beschreibt VIRCHOW dieselben westlich von Eulau auf dem hohen Rande des Bobertales. Ich selbst habe sie nicht mehr gefunden, da sie um die Jahrhundertwende von dem Verwalter des Dremmelgutes eingeebnet wurden. Seine Angaben über die Breite und Bauart stimmen mit den Angaben VIRCHOWS gut überein. Von hier bis nach Merzdorf, zwischen Freystadt und Naumburg am Bober, sollen nach älteren Zeugnissen noch Strecken zwischen Johnsdorf und Kortnitz vorhanden gewesen sein. Ebenso will SCHÖPKE bei Wachsdorf Spuren gefunden haben. Ich habe wohl manche Stellen gefunden, die nach Lage und Aussehen Reste der Dreigräben sein könnten; doch lässt sich bestimmtes nicht mehr sagen. Von Merzdorf nun ziehen sich die Dreigräben bis zu einem Seitenarm der Schwarze im Niebuscher Park mit 2 Lücken, von denen eine bei Merzdorf durch Einebnung entstanden und die andere durch einen tiefen Wasserriss und anschliessende Sumpfwiese gebildet wird.

Jenseits der beiden Enden des soeben beschriebenen Zuges habe ich Spuren bisher nicht gefunden.

Nächst dieser Horizontalaufnahme, die eine langatmige Beschreibung ersparen und die Auffindung erleichtern soll, erschien es geboten, durch Messung der Höhen auch denen eine Anschauung zu geben, die nicht durch eigene Besichtigung sich eine Vorstellung bilden können.

Aus dieser Überlegung heraus wurden 18 Querprofile gemessen, die ich im richtigen Verhältnis von Längen und Höhen (also nicht verzerrt) hier aufgezeichnet habe. Zum Vergleich ist vorangestellt ein Querprofil nach v. Cohausen von hessischen Dreigräben. Ferner habe ich 2 Querprofile nach den Virchowschen Zahlen aufgetragen. Eins derselben ist identisch mit einem von mir an gleicher Stelle gemessenen. Die Vergleichung beider lässt vermuten, dass Virchow die Höhen nur geschätzt hat, da zwar die Längen gleich und die Form der beiden Profile ähnlich, die Virchowschen Höhen aber um 50 Proz. grösser sind als die von mir durch sorgfältige Messung festgestellten. Da auch in anderen Angaben von Virchow noch einmal eine zu gross geschätzte Höhe vorkommt, so glaubte ich mich entschuldigt, wenn ich auch in das andere Profil des jetzt verschwundenen Stückchens Dreigraben bei Eulau eine Linie einzeichnete, die die von Virchow angegebenen Höhen reduziert.

Nach diesen Profilen nun scheidet sich der ganze Zug der Dreigräben in drei Teile. Ich habe die drei Teile in ihren Normalquerprofilen, die zugleich eine Rekonstruktion der Anlagen bieten, aus dem Durchschnitt der wirklich gemessenen Profile abgeleitet und unter der Annahme, dass bei der ersten Anlage die Böschungen mit sogen. 2füssiger Anlage gebaut worden sind, die der leichten Beweglichkeit der Sandmassen entspricht.

Das erste Normalprofil gilt für die Strecke zwischen Rückenwaldau und dem Kuhsee und ist das am grossartigsten angelegte und erhaltene. Es besteht aus drei Doppelreihen, von denen jede durch Wall und Graben gebildet wird, und zwischen diesen drei Parallelen liegen zwei Horizontalstreifen. Das ganze Profil ist etwa 45 m breit, und die grössten Unterschiede zwischen Wallkrone und Grabensohle betragen jetzt noch bis 2,20 m, sind aber der Rekonstruktion nach bei der Erbauung sicher doppelt so gross gewesen. Die Dimensionen von Wall und Graben nehmen von Osten nach Westen ab, derart, dass der östlichste der stärkste und höchste Wall mit dem breitesten und tiefsten Graben ist.

Das zweite Normalprofil ist das der Strecke von Baierhaus bis südlich von Liebichau. Bei ihm sind die Graben- und Wallinien dicht aneinandergerückt, so dass sich ohne Zwischenschiebung von horizontalen Flächen Wall an Graben und Graben an Wall schliesst. Beachtenswert ist hier die Andeutung eines vierten Grabens, so dass also nach aussenhin jedenfalls ein Graben die Linie einfasst. Die Breite beträgt 18—20 m und der Höhenunterschied bis zu 1,5 m.

Das dritte Normalprofil ist der ganzen Strecke vom Bober bei Eulau bis nach Niebusch hin gemeinsam. Gleich dem vorigen Profil schliessen sich hier Wälle und Gräben aneinander, doch ist ein Paar fortgefallen. Es sind nur noch mit Ausnahme einer einzigen kurzen Stelle drei Gräben mit 2 dazwischen liegenden Wällen vorhanden. Die Dimensionen sind dem entsprechend noch geringer. Die durchschnittliche Breite beträgt ca. 14 m, der jetzt noch vorhandene Höhenunterschied bis $1\frac{1}{4}$ m.

Eine Eigenschaft, der vielleicht eine tiefergehende Bedeutung beizumessen ist, unterscheidet jetzt noch den Teil von Merzdorf nach Niebusch von den beiden anderen, durch ihre Bauart unterschiedenen Teilen. Der genannte Zug schliesst sich nämlich in allen seinen Windungen der Kreisgrenze von Sagan und Freystadt an, derart, dass der mittelste Graben die politische Grenze bildet. Auch die Eigentümlichkeit dieser zahlreichen Windungen ist den

anderen beiden Zügen nicht eigen, die bedeutend gestreckter sind. Die alte Fürstentumsgrenze von Sagan und Glogau scheint sonach ihren Ursprung noch weiter zurück zu verfolgen, als die Geschichte es nachweisen kann.

Zur weiteren Veranschaulichung der Dreigräben habe ich eine Anzahl photographischer Aufnahmen gemacht, von denen ich hier 16 der charakteristischsten zusammengestellt habe. Leider ist es für den Laien sehr schwer, ein zutreffendes Bild zu bekommen wegen der Besonderheiten des Gegenstandes. Die grosse Länge, die verhältnismässige Breite und die geringen Höhen geben auf dem Bilde nur eine unvollkommene Vorstellung der Anlagen. Vielleicht wären hier Stereoskopaufnahmen am Platze, für die mir aber ein Apparat nicht zur Verfügung stand.

Zur weiteren Vervollständigung der Forschungsresultate würden nun Funde von Geräten pp. gehören, die am ehesten Aufschluss über die Erbauer und die Zeit des Baues geben könnten, leider habe ich selbst trotz eifrigen Befragens nichts von solchen Funden erfahren können. Grabungen erscheinen mir aussichtslos, da es sich doch nur um Zufallseinschlüsse handeln könnte. Eine einzige Nachricht aus der Literatur ist uns erhalten geblieben. KELLER gibt 1825 an, dass etwa 20 Jahre früher bei Neuvorwerk beim Einebnen an der erwähnten Lücke eine kupferne Nadel mit Knopf von einer schlesischen Elle Länge und ein siebengliedriges Kettchen gefunden worden sei. Beide Gegenstände sind aber wieder verloren gegangen.

In Ermangelung solcher greifbaren Zeugen bleibt als letzte Quelle für die Forschung noch die Volksüberlieferung.

Auch von dieser habe ich aufgegriffen, was zu erreichen war. Dies hält aber sehr schwer, wie jeder Kenner der Folklore weiss, da heute alles den Aufgeklärten spielt und nur höchst ungern die Dummheiten der Alten wiedergibt. Alle die spärlichen Nachrichten berichten von einem Kampfe um das Land, wobei als Feinde alle möglichen Völker, von den alten Heiden, Slaven, Tataren, Türken bis zu den beliebten Schweden, genannt werden. Mit Ausnahme der letzteren deutet aber jede andere Bezeichnung auf ein aus dem Osten kommendes angreifendes Volk hin. Ich glaube hierin eine Stütze für meine Annahme zu sehen, dass der Schanzenzug eine Grenzmarke und Verteidigungswerk der Germanen ist. Ich stehe damit im bewussten Gegensatz zu der herrschenden Meinung, die von führenden Forschern auf diesem Gebiet vertreten worden ist und noch wird. Es sei mir deswegen erlaubt, auch noch meine anderen Gründe für meine Hypothese anzuführen. Meine Kenntnis der Literatur ist zwar beschränkt, doch nehme ich an, dass meine Gewährsleute alle besser unterrichtet waren. Immerhin habe ich noch keine Erwähnung ähnlicher Anlagen auf zweifellos rein slavisch besiedeltem Boden gefunden, während ähnliche Anlagen sich von uns aus nach Westen zu bis zum Rhein überall — ich nenne nur Sachsen, die Mark, Schleswig-Holstein, Hessen — finden, d. h. auf von Germanen besiedeltem Lande. Was liegt da näher, als in den Dreigräben —, sogar dieser Name kehrt überall wieder — eine den Germanen eigentümliche Landwehr zu sehen.

Weiterhin nimmt man heute an, dass die Anlagen aus den letzten beiden Jahrhunderten des ersten nachchristlichen Jahrtausends stammen. Die Gründe hierfür weiss ich allerdings nicht anzugeben. Ist diese Hypothese aber richtig, dann fällt die Erbauung unserer Dreigräben in die Zeit des vordringenden Slaventums. Es erscheint mir nun mit einer, wenn auch verhältnismässig bedächtigen, Tendenz des Vordringens unvereinbar, dass das vordringende Volk sich mit einem Schanzengürtel umgeben habe. Ein solches Werk kann man doch nur von einem sich verteidigenden Volk erwarten.

Schliesslich aber ist für mich ausschlaggebend die Form der Dreigräben. Wenn wir das Normalprofil 1 betrachten, so kann es m. A. nach keinem Zweifel unterliegen, dass im Osten am Graben der Angreifer gestanden hat und im Westen auf dem an das offene Land sich anschliessenden Walle der Verteidiger, d. h. der Erbauer. Nach dem heutigen Stande der Kriegskunst zweifelt sicher niemand an der Richtigkeit dieser Rollenverteilung, und mir scheint, dass, je primitiver die Kriegswaffen waren, um so mehr der Erbauer solcher Werke bestrebt gewesen sein wird, sich einen durch die Höhe dominierenden Platz zu sichern und den Gegner zu zwingen, ein Hindernis zu überschreiten, welches ihn nötigt, tiefer zu stehen als der Anzugreifende.

Es erübrigt noch anzuführen, dass Anfangs- und Endpunkt ca. 66 km auseinanderliegen. Davon nehmen die heute noch vorhandenen Spuren etwa 21 km ein. Von den Lücken ist ein Teil, etwa die Hälfte, in gleicher Weise befestigt gewesen. Die Erdwerke sind aber der fortschreitenden Ackerkultur, zum Teil auch leider der Waldkultur zum Opfer gefallen. Das letzte Drittel wird von natürlichen Hindernissen, Wasser und sumpfigen Wiesen, eingenommen und war wohl früher so beschaffen, dass eine künstliche Befestigung überflüssig erschien.

Ich muss dies ganz besonders hervorheben wegen der Lücke zwischen dem Ende südöstlich von Liebichau und dem Bober.

Die ganze Literatur von 100 Jahren berichtet nämlich, dass der Dreigräbenzug von Zirkau bis nach Puschkau am Queiss gegangen sein soll. Zunächst habe ich festgestellt, dass keiner der Schreiber diese Strecke bei Puschkau aus eigner Anschauung kennt, dann habe ich dort wiederholt vergeblich weit und breit gesucht, und alle eingezogenen Erkundigungen bei Waldarbeitern, Förstern und bei dem Grundherrn haben zu dem gleichen negativen Resultat geführt.

Ich kann daher nur annehmen, dass die Nachricht von dieser Strecke ein immer wieder aufgefrischter Irrtum ist, sehe dagegen in der Wiesenmulde, die sich von dem Ende der Dreigräben bei Liebichau bis an den Bober gegenüber dem nachgewiesenen Anschluss hinzieht, einen plausiblen Schluss des Zuges um so mehr, als das alte Castrum Ilva, das heutige Gut Eulau, zur Zeit der Dreigräben seine Rolle wohl mitgespielt haben mag.

7. Herr G. Thilenius-Breslau: **Kröte und Gebärmutter im deutschen Volksglauben.**

Vom Elsass über Bayern bis Ungarn findet man in Kirchen oder Kapellen Weihgeschenke aus Wachs, meist Glieder des menschlichen Körpers darstellend, die, entweder um die Heilung eines erkrankten Gliedes zu erreichen, oder als Dank für erfolgte Heilung geopfert werden, eine Sitte, die schon die alten Etrusker übten. Zwischen den Darstellungen der menschlichen Arme, Beine, Ohren u. s. w. tritt nun auch die Kröte auf, und zwar in der älteren Zeit aus Eisen, während die stilisierte Votivkröte aus Wachs die Formen des Barocks verrät. Kröten und Frösche gelten schon seit den Anfängen der nachchristlichen Medizin als Symbole der Fruchtbarkeit, als Liebesmittel u. dgl., was in zahlreichen Beispielen nachgewiesen wurde. So ist der Votivfrosch als Weihgeschenk von Frauen aufzufassen, die sich Kinder wünschen oder guter Hoffnung sind, ein Relikt aus alter Zeit mit Vorstellungsverbindungen, die weit in die vorchristliche Zeit und räumlich bis nach Afrika führen. — Geheimrat Stieda-Königsberg, der diesen Gegenstand ebenfalls untersucht hat, ist der Meinung, dass die Votivkröte eine Umformung der Schildkröte sei, die von den Etruskern als ähnliches Votivbild hergestellt wurde.

(Der Vortrag erscheint ausführlich in der Zeitschrift „Globus“.)

Diskussion. An derselben beteiligte sich Herr L. STIEDA-Königsberg i. Pr.

Weitere Mitteilungen.

Die Abteilung besichtigte am Dienstag, den 20. September, vormittags die prähistorische Sammlung des Schlesischen Museums für Kunstgewerbe und Altertümer, nachmittags die ethnographische Sammlung der Universität. Am Mittwoch, den 21. September, wurde ein Ausflug nach Wilschkowitz (Jordansmühl) gemacht zum Besuch des neolithischen Wohn- und Begräbnisplatzes, des Nephritbruches und des Zobtenberges mit seinen Altertümern.

Dritte Gruppe
der
naturwissenschaftlichen Abteilungen.

Abteilung für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht.

(No. XII.)

Einführende: Herr H. VOGT-Breslau,
Herr J. SCHIFF-Breslau.
Schriftführer: Herr A. AHRENDT-Breslau,
Herr G. GEIPEL-Breslau.

Gehaltene Vorträge.

1. Herr R. BÖRNSTEIN-Berlin: Die Wetterkunde im Unterricht, mit Demonstrationen (vorgetragen von Herrn STEFFENS-Berlin).
2. Herr F. S. ARCHENHOLD-Treptow b. Berlin: Die Bedeutung der Planetenkarten der illustrierten Zeitschrift „Das Weltall“ für den Unterricht.
3. Herr W. KREBS-Grossflottbek: Über nationale Gesichtspunkte bei der Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts.
4. Herr H. SCHOTTEN-Halle a. S.: Einige Bemerkungen zur synthetischen Geometrie der Kegelschnitte.

Über einen weiteren Vortrag, der in einer gemeinsamen Sitzung mit den Abteilungen für Mathematik, für Physik und für angewandte Mathematik und Physik (Ingenieurwissenschaften) gehalten ist, und die sich daran anschliessende Debatte vgl. die Verhandlungen der Abteilung für Mathematik, S. 15 ff.

---

1. Sitzung.

Montag, den 19. September, nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender: Herr H. SCHOTTEN-Halle a. S.

Zahl der Teilnehmer: 13.

1. Herr R. BÖRNSTEIN-Berlin: **Die Wetterkunde im Unterricht,** mit Demonstrationen.

(Der Vortrag wurde in Vertretung des erkrankten Herrn BÖRNSTEIN von Herrn STEFFENS-Berlin gehalten.)

Der Vortragende strebt danach, dass die Meteorologie mehr als bisher in der Schule beachtet werde, und gedenkt durch Einführung geeigneter Lehrmittel ohne Vermehrung des eigentlichen Lehrstoffs die häufigere Erwähnung atmosphärischer Vorgänge beim geographischen und physikalischen Unterricht zu erzielen. Eine Reihe solcher Lehrmittel wurde vorgeführt. Zunächst die vom Vortragenden schon an anderer Stelle beschriebene „Temperaturfläche", welche den täglichen und jährlichen Gang der Temperatur erkennen lässt. Die Nebeneinanderstellung zweier solchen Flächen, welche die Beobachtungsergebnisse von Berlin und Batavia enthielten, liess recht sinnfällig die klimatischen Besonderheiten und Unterschiede beider Orte erkennen. Nachdem noch eine ähnliche Darstellung der Berliner Luftdruckverhältnisse sowie zwei der vom Vortragenden herausgegebenen Schulwetterkarten und ein auf Linoleum gemaltes Wetterkartenschema gezeigt waren, folgte die Vorführung einiger Unterrichtsversuche. Die Abhängigkeit des Luftdrucks von der Höhe wurde an einem Variometer nach v. HEFNER-ALTENECK gezeigt und ausserdem an einem horizontalen, mit der Gasleitung verbundenen und an den Enden bis auf kleine Austrittsöffnungen verschlossenen Rohr; wurde das aus den Öffnungen strömende Gas angezündet, so konnte durch geringes Heben des einen Rohrendes die benachbarte Flamme zu starkem Anwachsen gebracht werden. — Zur Erklärung der Flut und Ebbe diente ein von dem Vortragenden angegebenes Modell (Naturwissensch. Wochenschr, n. F. 3, No. 16, 1904). — Zum Schluss führte derselbe einige von F. VETTIN herrührende Rauchversuche vor, bei welchen aufsteigende Luftströme und Wirbel durch beigemengten Tabaksrauch sichtbar gemacht wurden.

Diskussion. Herr F. S. ARCHENHOLD-Treptow bei Berlin: Herr Dr. STEFFENS erwähnte, dass die Idee an dem vorgeführten Modell zur Erklärung von Ebbe und Flut durch meinen im „Weltall" beschriebenen Apparat zur Erklärung von Ebbe und Flut bei Herrn Prof. BÖRNSTEIN hervorgerufen sei. Ich möchte aber das Modell als keine Vereinfachung ansehen, da es nicht die Entstehung der Ebbe erklärt und von der der Flut eine falsche Vorstellung gibt. Die Erde selbst wird nicht in einzelne Teile zerlegt, sondern nur ganz zum Mond hingezogen. Nur das die Erde bedeckende Wasser wird in einen elliptischen Ring verwandelt, wie es auch mein Apparat anzeigt.

Herr SCHUBERT-Eberswalde weist auf einige an den Demonstrationen anzubringende Verbesserungen und auf Experimente ähnlicher Art hin.

Herr SCHOTTEN-Halle a. S. In Anknüpfung an die vom Herrn Vortragenden erwähnten Schwierigkeiten bei der Darstellung von Cyklonen wird auf die Unvollständigkeit des Apparats hingewiesen, die in dem zu raschen Antrieb bei nicht mechanischer Bewegung liegt.

2. Herr F. S. ARCHENHOLD-Treptow b. Berlin: **Die Bedeutung der Planetenkarte der illustrierten Zeitschrift „Das Weltall" für den Unterricht.**

Diskussion. Herr H. VOGT-Breslau weist auf die drehbaren Sternkarten hin, welche die Einstellung für jeden Tag und jede Stunde des Jahres erlauben, während die im Weltall gebotenen Zenitalkarten, 12 an Zahl, zwischen sich grosse Zeitdifferenzen lassen. Allerdings haben die drehbaren Sternkarten den Nachteil der Verzerrung des Horizonts und der einzelnen Sternbilder.

Herr EDLER-Halle a. S. macht darauf aufmerksam, dass man die heliozentrischen Planetentafeln aus der Zeitschrift für math. u. phys. Unterricht dazu benutzen kann, auf einer Zeichentafel die Stellungen der Planeten zur Sonne zu fixieren, und dass man aus dieser Zeichnung die Stellungen der Planeten am Himmel selbst leicht auffinden kann.

Herr F. S. Archenhold-Treptow: Ich bemerke, dass ich den Sternenhimmel bei den von mir entworfenen Karten deshalb zum Zenit orientiert habe, weil die Drehkarten auf den Pol orientiert sind, was am Horizont eine sehr starke Verzerrung der Sternbilder hervorruft, so dass sie kaum am Himmel wieder zu erkennen sind. Bei meinen Karten kommt dies in Fortfall, und man kann nach der Höhe über dem Horizont, — der auch wie in der Natur eine Kreislinie ist und nicht wie bei den Drehkarten eine Ellipse — jeden Stern bequem identifizieren.

Am Schluss der Sitzung macht der Vorsitzende, Herr H. Schotten-Halle a. S., Mitteilung über die auf Mittwoch angesetzte Vorbesprechung für die Diskussion am Donnerstag. Zugleich weist er auf die vorbereitenden Broschüren von Klein und Verworn hin und macht einige kurze Angaben über die Tendenzen der dort veröffentlichten Aufsätze. —

---

2. Sitzung.

Mittwoch, den 21. September, vormittags 10 Uhr.

Vorsitzender: Herr F. Edler-Halle a. S.

Zahl der Teilnehmer: 9.

3. Herr Wilhelm Krebs-Grossflottbek: **Über nationale Gesichtspunkte bei der Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts.**

Renan und Kirchhoff stimmen darin überein, den Begriff „Nation“ von demjenigen der Rasse, Sprache und dergl. loszulösen und die rein psychischen Momente des durch Generationen gemeinsamen Leidens und Wollens als entscheidend anzurufen. Nur darin unterscheidet sich Kicrhhoff von Renan, dass er den geographischen Bedingungen eine erhebliche Mitwirkung beimisst. Vom naturwissenschaftlichen Standpunkt kann ihm nur in den Fällen beigepflichtet werden, in denen diese Bedingungen zu einer Art Isolierung zu führen imstande waren. Ein typisches Beispiel solcher neuzeitlichen Nationenbildung ist diejenige in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Von Renan wird sie gänzlich verkannt. Sie wird aber auch von Kirchhoff nicht völlig gewürdigt. Jedenfalls ist der bedeutende, weil direkt auf Amerikanisierung der Jugend hinwirkende Einfluss des Unterrichtswesens auch von ihm nicht einmal erwähnt. Das Unterrichtswesen besitzt eine aktive Bedeutung für Absorption von kulturell rückständigen Kleinnationen und für koloniale Expansion. Erstere wird durch die werbende Kraft des besseren und anziehenderen Schullebens, letztere durch Erweckung des Verständnisses für Land und Leute gefördert. Das Unterrichtswesen besitzt eine in nationaler Hinsicht passive oder innere Bedeutung durch Entwicklung des natürlichen Heimatsinnes, des Sinnes für harmlose Lebens- und Naturfreude, der in der amerikanischen Entwicklung sich deutlich als charakteristischer Einschuss der deutschen Volksseele herausstellt, und durch seine erzieherischen Einflüsse auf gesundheitsgemässe Lebensweise, auf die Ausbildung des Urteilsvermögens und des sittlichen Charakters. Die grosse Wichtigkeit eines zeitgemässen naturwissenschaftlichen Unterrichts in allen diesen Beziehungen ist zweifellos und im einzelnen nachweisbar. Bei der erwähnten Veranlagung der deutschen Volksseele kommt seine Vernachlässigung einer Selbstverstümmelung gleich.

Tatsächlich bieten Folgeerscheinungen aus dem gegenwärtigen Stande des

naturwissenschaftlichen Unterrichts an deutschen Schulen bedenkliche Symptome. Die Erfolge eines Nichtlehrers (CONWENTZ) bei Bestrebungen, die mit den seinen, die ihm als Lehrer vereitelt wurden, vielfach identisch waren, erweckten in dem Vortragenden den Eindruck, als solle innerhalb der Lehrerkollegien das Herkommen mit all seinen Mängeln bewusst organisiert werden. Einen bei vorsichtiger Benutzung sehr brauchbaren Maßstab für den Stand der allgemeinen oder Durchschnittsbildung bietet die bessere Zeitungsliteratur. Aus einzelnen hervorragenden Proben aus jüngster Zeit lässt sich entnehmen, dass die in diesem Bereich als Minimum zu erwartende Bildung, die durch den Einjährigenschein gewährleistet sein sollte, tatsächlich nicht erreicht wird. In nationaler Hinsicht geradezu gefahrdrohend erscheint eine im einzelnen nachweisbare Tendenz, wirtschaftspolitische Initiativen, zunächst auf literarischem Gebiet, anderen Nationen, besonders der englischen, zu überlassen. Ähnliches gilt von der auch von anderer Seite beklagten Verödung der deutschen Kolonialliteratur. Heilsame Änderung darf von einer umfassenden Reform des deutschen Unterrichtswesens in naturwissenschaftlicher und landeskundlicher Beziehung erwartet werden. Doch empfiehlt es sich, diese Reformbestrebungen nach Landesteilen und weiterhin auch gemäss den Unterschieden zwischen gross- und kleinstädtischen Schulen zu individualisieren. In einem dem vergleichenden Versuch gewidmeten Zwischenstadium würde solche Individualisierung ohne weiteres den für eine allgemeinere Neu-Organisation entscheidenden Vergleichen eine naturgemässe Grundlage bieten.

4. Herr H. SCHOTTEN-Halle a. S.: **Einige Bemerkungen zur synthetischen Geometrie der Kegelschnitte.**

Berichtigungen zu Teil I der Breslauer Verhandlungen.

S. 14. Z. 9 von unten ist der Name KARL DITERICH zu ersetzen durch Geheimrat EUGEN DITERICH.

S. 27. Z. 5 von oben l. Mechanik statt Mechnick.

Berichtigungen zum vorliegenden Bande.

S. 60 ist im Verzeichnis der gehaltenen Vorträge der dritte Vortrag fälschlich mit 8. statt mit 3. bezeichnet.

S. 61 in No. 24 des Verzeichnisses der gehaltenen Vorträge l. hydroschwefligsauren statt hydroxylschwefligsauren.

S. 173. Z. 18 von oben l. KÖTTSDORFFERschen statt KÖTSDERFERschen.

S. 225 im Titel von No. 6 l. Marburg i. H. statt Marburg a. H.

S. 252 in No. 2 des Verzeichnisses l. S. SÜSSBACH statt L. SÜSSBACH.

Druck von August Pries in Leipzig.

Druck von August Pries in Leipzig.

41B
66+

